



PROYECTO

ESTABLECIMIENTO DE MODELOS DE INTERVENCIONES SILVICULTURALES PARA FORMACIONES XEROFÍTICAS Y BOSQUES NATIVOS DE LA REGIÓN MEDITERRÁNEA ÁRIDA

FINANCIADO POR:
FONDO DE INVESTIGACION DEL BOSQUE NATIVO

INFORME FINAL

Antonio Vita Alonso
Investigador Responsable

Participantes: Ángel Cabello, Luis Faúndez, Alejandro Canto, Verónica Lagos, Andrea Choque

Noviembre, 2013

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	3
II.	OBJETIVO GENERAL.....	5
III.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
IV.	METODOLOGÍA Y RESULTADOS	7
1.	OBJETIVO 1: Elaborar una tipología de las principales formaciones xerofíticas y arbóreas en las regiones de clima mediterráneo perárido y árido de Chile.....	7
1.1	Formaciones xerofíticas en la Región de Coquimbo	7
1.2	Metodología	8
1.3	Resultados	9
2.	OBJETIVO 2: Sistematizar la información existente sobre aspectos socioeconómicos, ecosistémicos y silviculturales asociados a los tipos vegetacionales definidos.....	17
2.1	Antecedentes generales de la Región.....	17
2.2	Antecedentes socioeconómicos	19
2.3	Características de la Región Mediterránea Árida	21
2.4	Uso pasado y productividad actual de la vegetación	32
2.5	Manejo silvicultural en la vegetación nativa.....	37
3.	OBJETIVO 3: Determinar mecanismos generales sobre la dinámica natural y regeneración de dichos tipos.....	44
3.1	Antecedentes generales sobre la dinámica de la vegetación	44
3.2	Observaciones de terreno respecto a la regeneración natural por semillas....	45
4.	OBJETIVO 4: Establecer protocolos para la propagación de las principales especies de los tipos definidos.....	47
4.1	Recepción de semillas	47
4.2	Resultados de los Análisis de las Semillas.....	48
4.3	Propagación en vivero.....	56
5.	OBJETIVO 5: Evaluar plantaciones establecidas con especies nativas en la Región.....	57
5.1	Plantaciones	58
5.2	Ensayos de intervención de especies	66
6.	OBJETIVO 6: Definir sistemas silviculturales para la regeneración natural asistida, crecimiento y aprovechamiento de las especies en estudio.	72
6.1	Caracterizar los lugares seleccionados. Seleccionar individuos a intervenir... 72	
6.2	Aplicar intervenciones silviculturales y evaluación preliminar base.....	73
6.3	Controles tratamientos silviculturales	82
7.	OBJETIVO 7: Elaborar tabla de costos para las actividades silviculturales definidas	88

8. OBJETIVO 8: Establecer esquemas de manejo silvicultural según tipos vegetacionales, macrositios y estado de conservación.	90
8.1 Carbonillo.....	90
8.2 Algarrobo	92
8.3 Rumpiato.....	95
8.4 Varilla brava	95
9. OBJETIVO 9: Difundir los resultados de estas acciones.	97
10. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
V. BIBLIOGRAFÍA.....	103
VI. ANEXOS.....	109

I. INTRODUCCIÓN

Las zonas ubicadas al norte del río La Ligua se caracterizan por presentar restricciones hídricas que se incrementan a medida que se avanza hacia latitudes menores. Esta situación natural se acentúa por el cambio global y por la acción antrópica que ha producido severos procesos de desertificación.

En mayor o menor medida, todas las zonas áridas han sido sometidas a un nivel de extracción de recursos naturales superior a su capacidad de producción, por lo que, en la actualidad se encuentran afectadas por algún grado de desertificación. Para revertir esta situación y permitir que la vegetación satisfaga en mejor forma los requerimientos de las poblaciones locales y empresas que utilizan el recurso, es necesario efectuar un manejo sostenible. Para ello se requiere conocer las tecnologías más adecuadas para la intervención y aprovechamiento del recurso.

En ambientes áridos, la recuperación natural de la vegetación luego del cese de operación de los factores antrópicos degradantes, es muy lenta, por tal motivo, necesariamente se debe recurrir a una recuperación asistida.

En la zona árida existen diversas especies que son susceptibles de ser recuperadas y que tienen valor productivo, las cuales identificando aquellas técnicas silviculturales apropiadas, permitirían generar una fuente de ingresos a la población de la zona.

La vegetación natural existente en dichos ambientes es el resultado de las acciones anteriores. No obstante la fuerte limitante hídrica, presenta una gran riqueza florística y diversidad, mostrándose como un complejo mosaico en que se producen variaciones en composición, estructura y estado de conservación. Desde la época colonial, ha sido sometida a fuerte presión antrópica para satisfacer necesidades básicas de las poblaciones locales, minería y otras demandas, en la mayoría de los casos, sin consideraciones de uso sostenible.

Particularmente, la Región de Coquimbo dispone de diversas formaciones de especies leñosas nativas altamente degradadas, que son explotadas sin planes de manejo. Los propietarios de estas formaciones no obtienen beneficios económicos derivados del bosque, debido al desconocimiento en el manejo, potencialidades de uso y baja disponibilidad de los recursos.

Diversas especies son capaces de desarrollarse en el seco y proporcionar algunos productos artesanales madereros y no madereros. En muchos casos, estas especies crecen en sitios con fuertes limitantes hídricas, donde prácticamente no existe alternativa para su uso en plantaciones con especies introducidas y, mucho menos, para cultivos agrícolas.

La nueva Ley de Bosque Nativo constituye un hito histórico para el desarrollo de los recursos forestales y formaciones xerofíticas del norte del país, ya que permite contar por primera vez con un marco conceptual y jurídico, regulatorio y de fomento a la protección, recuperación y mejoramiento de los ecosistemas forestales, que recoge las particularidades ecológicas y socio-culturales de las zonas áridas y desérticas.

No obstante, la información existente sobre las técnicas asociadas a la reproducción, forestación y manejo de las especies y formaciones vegetales de las zonas áridas, en algunos casos bastante abundante, se encuentra en general dispersa y no ha sido sistematizada. Por otra parte, en la actualidad, existe alta heterogeneidad en las técnicas que se utilizan, en la determinación de los mejores estándares técnicos y costos de las actividades específicas asociadas a los diferentes tipos vegetacionales, las diversas fases de desarrollo de las especies y formaciones vegetales, macrositios y estados de conservación del recurso vegetal.

De este modo, al final de este estudio se espera disponer de información que contribuya a identificar las técnicas de producción y manejo sostenible de especies que componen las formaciones xerofíticas y tierras arboladas, y que permita establecer las bases para la reglamentación de las disposiciones de la Ley de Bosque Nativo y las normas técnicas para su aplicación.

II. OBJETIVO GENERAL

Definir tipos vegetacionales considerando macrositios y estados de conservación determinando los métodos y procedimientos silvícolas respectivos, que permitan la recuperación y el uso sustentable de los recursos leñosos presentes en la zona.

III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar una tipología de las principales formaciones xerofíticas y arbóreas en las regiones de clima mediterráneo perárido y árido de la Región de Coquimbo.
2. Sistematizar la información existente sobre aspectos socioeconómicos, ecosistémicos y silviculturales, asociados a los tipos vegetacionales definidos.
3. Determinar mecanismos generales sobre la dinámica natural y regeneración de dichos tipos.
4. Establecer protocolos para la propagación de las principales especies de los tipos definidos.
5. Evaluar plantaciones establecidas con especies nativas en la Región.
6. Definir sistemas silviculturales para la regeneración natural asistida, crecimiento y aprovechamiento de las especies en estudio.
7. Elaborar tablas de costos para las actividades silviculturales definidas.
8. Establecer esquemas de manejo silvicultural según tipos vegetacionales, macrositios y estado de conservación.
9. Difundir los resultados de estas acciones.

IV. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

1. OBJETIVO 1: Elaborar una tipología de las principales formaciones xerofíticas y arbóreas en las regiones de clima mediterráneo perárido y árido de Chile.

1.1 Formaciones xerofíticas en la Región de Coquimbo

La vegetación corresponde a la cubierta que realizan los vegetales en un espacio definido y los atributos de ella dependen fuertemente de las condiciones para el desarrollo biológico, tanto naturales como culturales, determinando, además, su condición o estado. Así en áreas geográficas en donde algún factor ambiental (climático y/o edáfico) es limitante o restrictivo, provoca una expresión característica de esta cubierta. Por esto, se señala que la vegetación corresponde a la expresión sintética de las características del medio en el cual se desarrolla (Etienne y Prado, 1982) y de esto resulta fundamental la comprensión de la importancia de estas características como variables espaciales en la distribución, composición florística y dinámica de las diferentes formaciones vegetacionales.

En la Ley N° 20.283, sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, se define (Artículo 2°) a las Formaciones Xerofíticas¹ como la "formación vegetal, constituida por especies autóctonas, preferentemente arbustivas o suculentas, de áreas de condiciones áridas o semiáridas ubicadas entre las regiones I y VI, incluidas la Metropolitana y la XV y en las depresiones interiores de las regiones VII y VIII." Esta definición, si bien resulta bastante explícita, incluye varios términos determinantes de esta condición legal sobre los cuadros de vegetación natural, los cuales no son conceptualizados.

Así en primer término, el sujeto objeto de legislación es la formación vegetal (sic. de vegetación), con lo cual se hace necesario adoptar algún criterio o umbral cuantitativo que permita discriminar lo más objetivamente posible, cuando se está en presencia de una formación de vegetación o sólo la presencia de individuos vegetales. De acuerdo a Etienne y Prado, 1982, el umbral para establecer esta condición, en ambientes de las condiciones climáticas señaladas en el mismo párrafo definitorio, es el 1-10 % de cobertura, según las zonas ecológicas de Chile (Di Castri, 1968). Si bien esto parece un tanto excesivo, es al menos un criterio, el cual puede ser discutido, pero es el único que existe propuesto para las condiciones chilenas, en una metodología de amplio uso y aceptación en el país.

¹ **xerofítico, ca** (de **xerófito**), adj. Perteneciente o relativo a los xerófitos: estructura xerofítica. — F. Q. // Término ecológico que, prácticamente, se aplica en el mismo sentido que xerófito, aunque etimológicamente esta última palabra encierra la idea de una predilección de la planta, mientras que xerofítico expresa un hecho de «habitat», sin prejuzgar sus causas. Éstas son, en efecto, discutibles, pues cabe que, o bien ciertas plantas necesiten en realidad de un medio relativamente seco, o que sólo puedan prevalecer en él por poder resistirlo, y en medios más húmedos ser expulsadas por la competencia de las esp. más exigentes en agua. — HV.

xerófito (del gr. phyton, planta, con el pref. xero-), m. Vegetal adaptado a la sequedad, propio de los climas secos o con un período de sequía más o menos largo (Weberbauer, Fl. Per., p. 329).

La primera condición que debe cumplir la formación de vegetación es que esté constituida por especies autóctonas que, para efectos de la misma ley, ese atributo queda determinada por un decreto en donde se lista aquellas entidades que cumplen con esta condición (DS. 68). Ahora bien, este decreto, además, según su presentación está referido a las especies arbóreas y arbustivas originarias del país, es decir que sirve parcialmente para dar cumplimiento a otra de las condiciones que se deben cumplir para establecer estas formaciones xerofíticas (preferentemente arbustivas o suculentas) aun cuando se incluyen en él especies tradicionalmente consideradas suculentas, incluso algunas herbáceas.

Por último, la condición de distribución ambiental en áreas de condiciones áridas o semiáridas en un ámbito geográfico determinado, tampoco está definida técnicamente, por lo tanto solo cabe aceptar lo que conlleva el término árido, la falta de humedad o sequedad, y emplear esto como definitorio de los espacios ecológicos en donde se desarrollan estas formaciones xerofíticas.

Con el propósito de entregar un marco definitorio que permita una constante mejora en la delimitación espacial de las formaciones de vegetación que actualmente cumplan con los requisitos para ser consideradas en esta categoría legal y aquellas que en un futuro puedan llegar a ser consideradas, a continuación se presenta una definición de distritos ambientales, equivalentes a ecosistemas con vegetación potencialmente homogénea, los cuales, en una segunda fase, deberán ser muestreados para verificar las especies dominantes y aquellas acompañantes relevantes (preferentemente arbustivas o suculentas).

En definitiva, el objetivo de esta fase del proyecto considera elaborar una tipología de las principales formaciones xerofíticas y arbóreas en las regiones de clima mediterráneo perárido y árido de la región de Coquimbo

1.2 Metodología

Se efectuó una revisión y recopilación de información de escala regional con representación espacial de las variables con relevancia biológica. Una vez obtenida, estas cartas fueron digitalizadas, georeferenciadas y atributadas con los parámetros o descriptores de los respectivos polígonos, cuando resultó necesario, e incorporados en un programa para el manejo y síntesis de esta información.

Posteriormente se efectuó la superposición de capas de información con relevancia para el desarrollo de la vegetación (**Clima**, originalmente se consideraba incorporar prioritariamente temperatura, precipitación, déficit hídrico y régimen radiativo y, aún cuando ésta información está disponible, se decidió emplear solo el déficit hídrico por su carácter integrador de los otros parámetros climáticos; **Geología**, considerando las eras geológicas y las secuencias, esta última variable se puede asimilar a tipos de sustratos y con ello a grandes grupos de Suelos), lo cual se intersectó con las formaciones de vegetación y pisos bioclimáticos (Gajardo, 1994, Luebert y Pliscoff 2006), con el propósito de establecer distritos ambientales, sobre los cuales, mediante una discriminación topológica efectuada a partir del modelo digital de terreno, determinar los sitios ecológicos (macrositios) como unidades de referencia espacial para efectuar, en una etapa subsecuente, la caracterización de ellos a nivel de formaciones de vegetación

fisonómicas. En principio se consideraba emplear también la Geomorfología, información que también está disponible, sin embargo, como en esta etapa se pretende alcanzar el nivel de distrito ambiental, no se empleó; de ser necesaria en la elaboración de la tipología definitiva, se incorporaría para elaborar unidades de paisaje.

Se debe hacer notar que esta fase se ha considerado todo el territorio de la región administrativa. Sin embargo, la posterior definición y clasificación estuvo restringida al área de clima mediterráneo perárido y árido de ella.

En estos macrositios se definieron las estaciones en donde se efectuó la toma de información, para caracterizarlos, precisar los límites obtenidos, definir parámetros para establecer su estado de conservación, y efectuar su clasificación en tipos de formaciones vegetales xerofíticas y arbóreas.

1.3 Resultados

1.3.1 Sobreposición e intersección de información con relevancia ambiental.

En la figura 1 se presentan los esbozos de las capas de información empleadas para la generación de los distritos ambientales. Estas mismas cartas se presentan en anexo con la simbología respectiva.

1.3.2 Obtención de los distritos ambientales

En la figura 2, se presentan en función de las formaciones de vegetación (Gajardo, 2004) los distritos ambientales obtenidos producto de la sobreposición de las variables ambientales y su intersección con los dos niveles de información para vegetación disponibles a nivel regional.

Aquí se aprecia que existe una gran cantidad de polígonos en cada una de las áreas, los cuales difieren en los atributos ambientales o corresponden a diferentes pisos bioclimáticos. En este sentido conviene destacar que muchos de ellos solo responden a mayores grados de fidelidad con parámetros topográficos empleados por los diferentes autores de las capas de información (diferencias en el grado de precisión en la digitalización y/o espacialización de la información base).

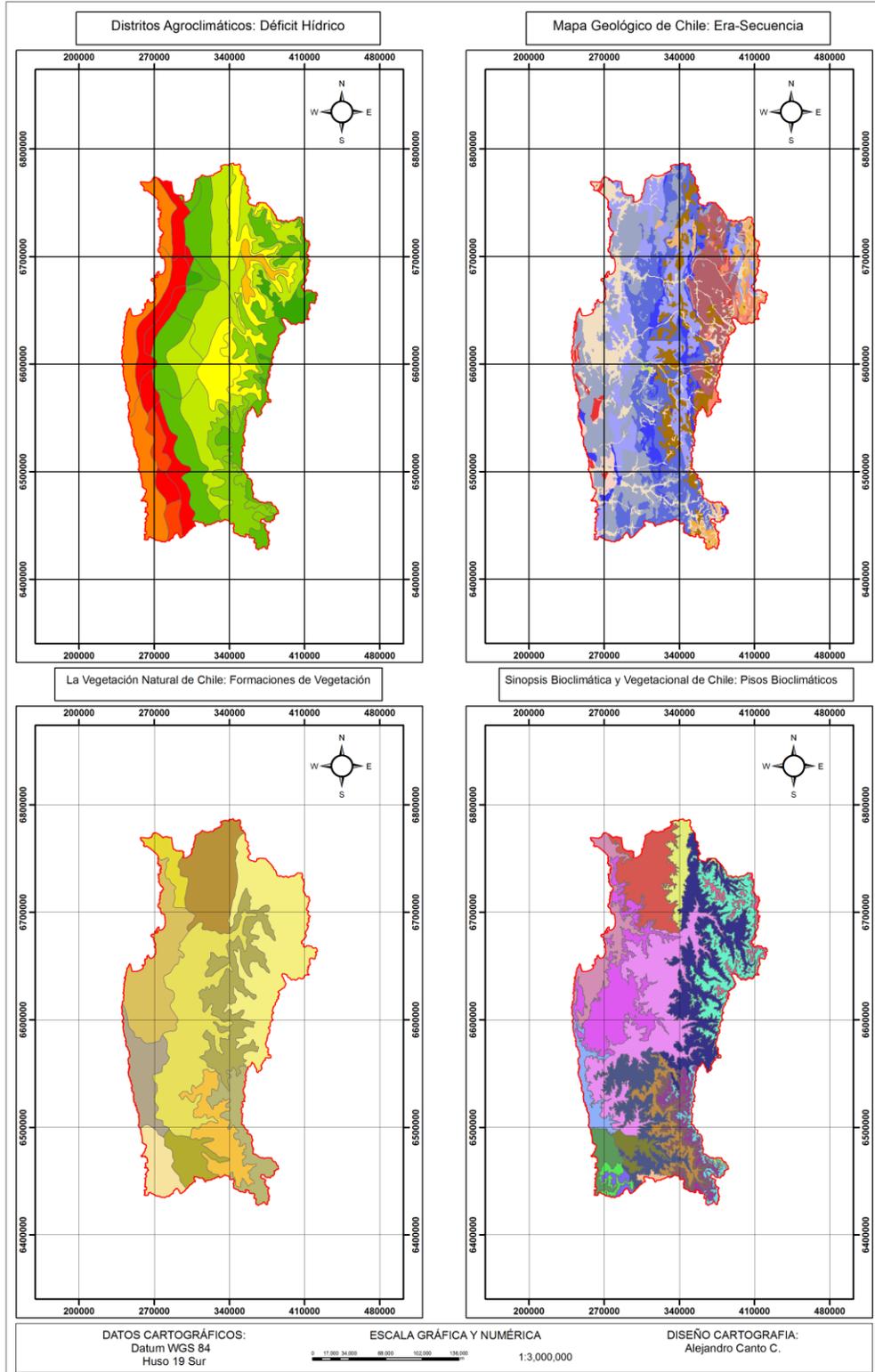


Figura 1. Esbozos de las capas de información empleadas para la elaboración de los distritos ambientales en los cuales se delimitará y caracterizará las formaciones xerófitas según la ley 20.283 (las cartas respectivas, con su detalle se presentan en anexo 1)

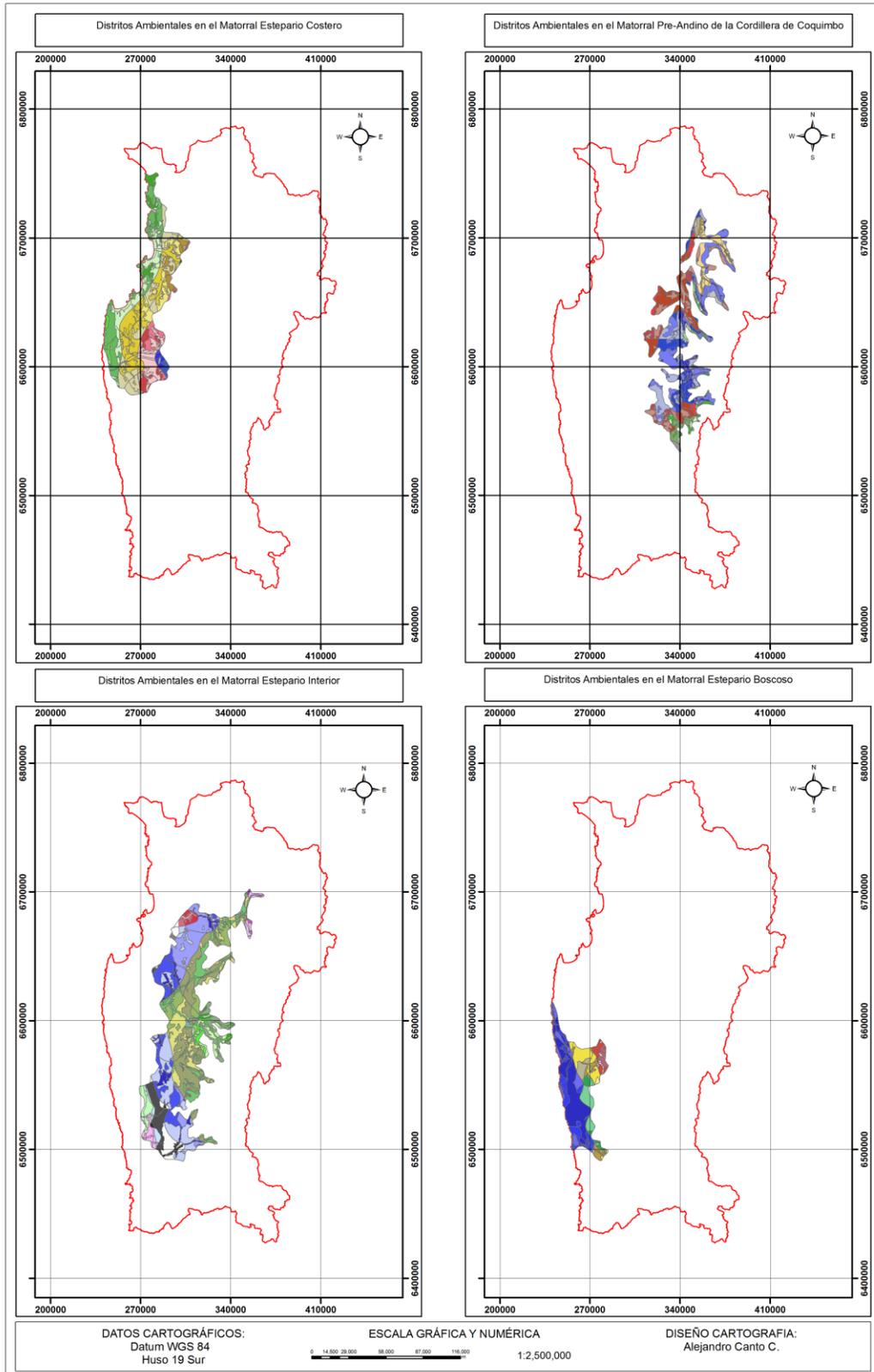


Figura 2. Distritos ambientales según formaciones de vegetación (Gajardo, 2004) en la región de Coquimbo.

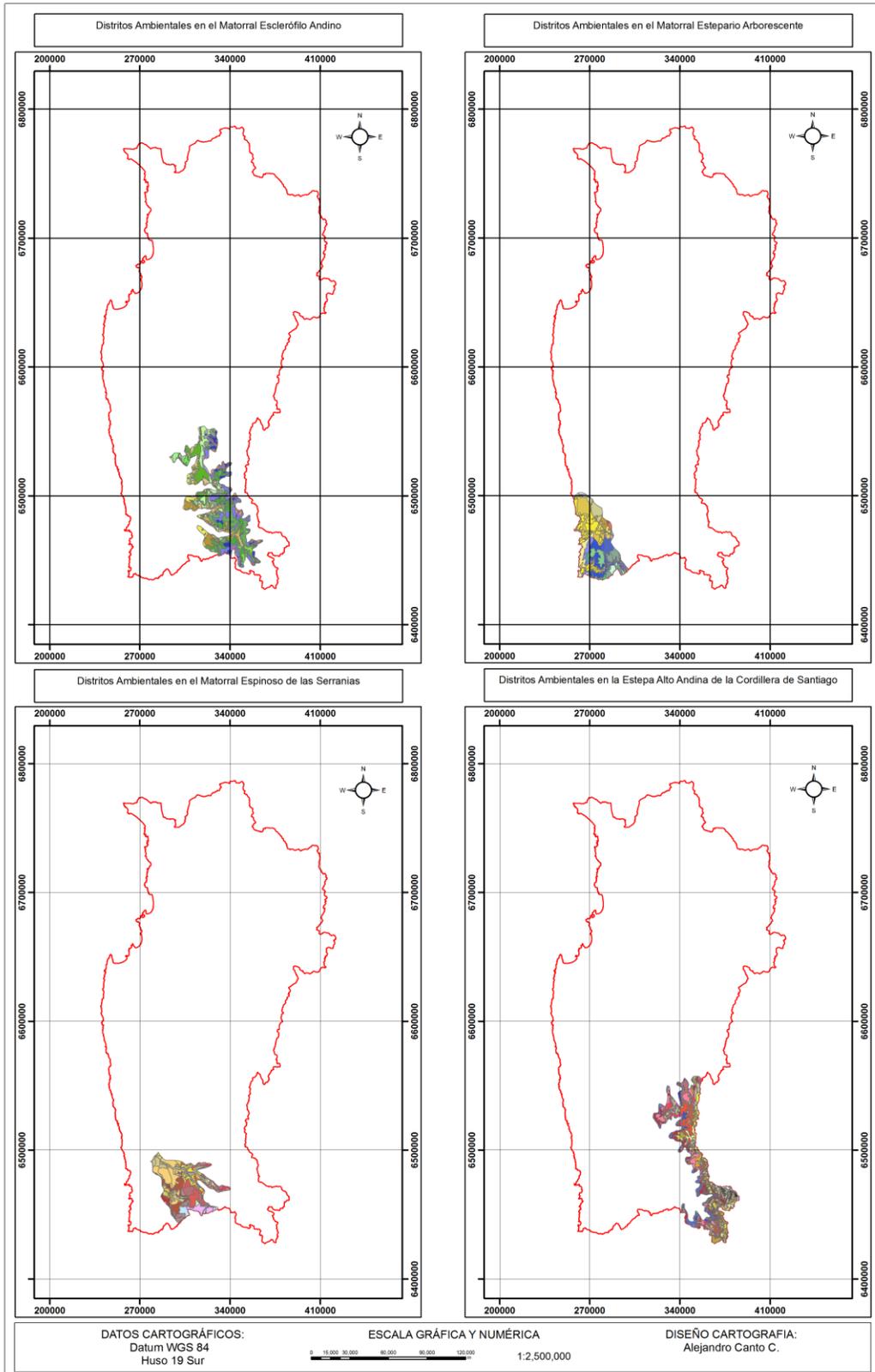


Figura 2. Distritos ambientales según formaciones de vegetación (Gajardo, 2004) en la región de Coquimbo (continuación).

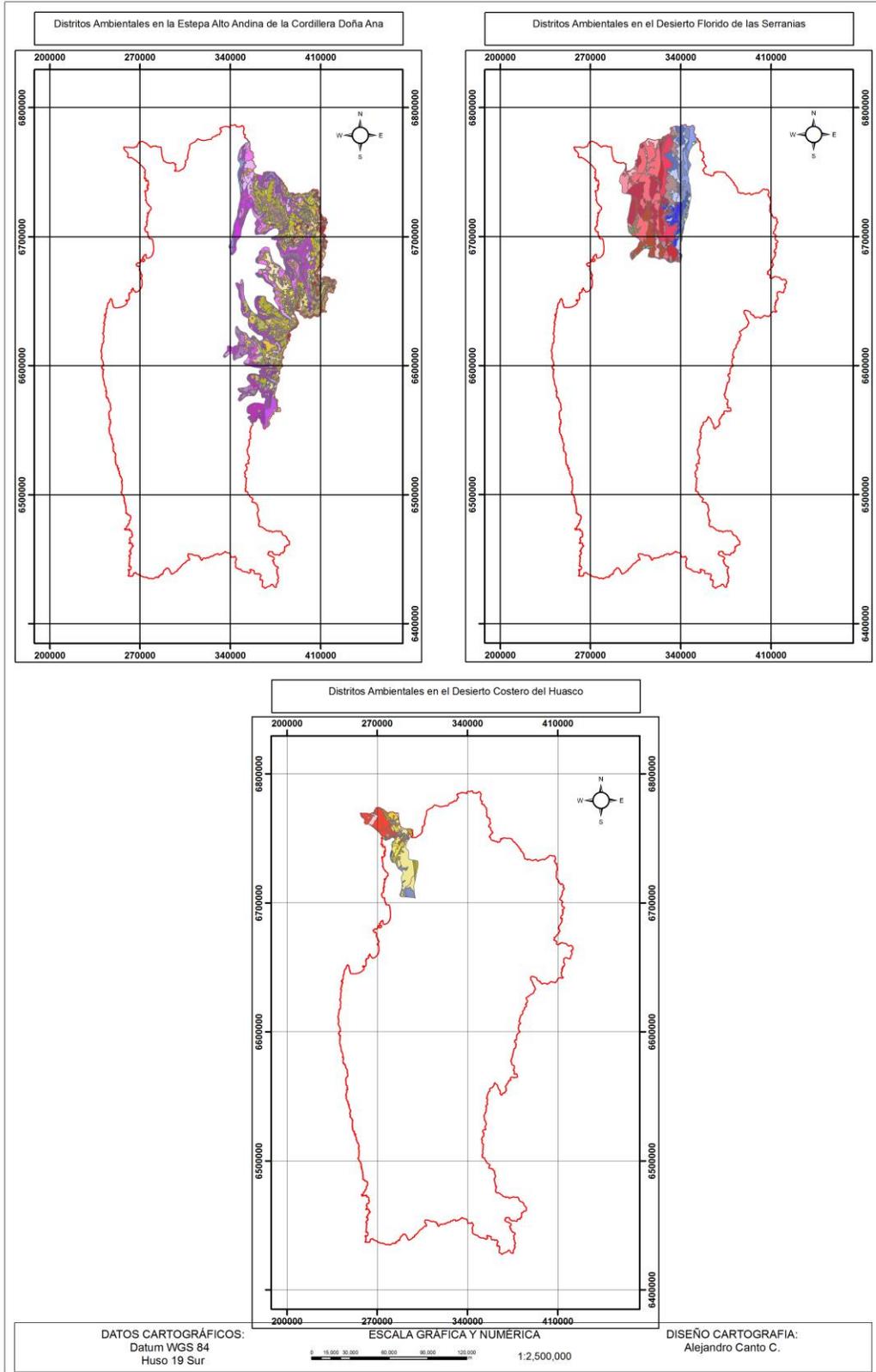


Figura 2. Distritos ambientales según formaciones de vegetación (Gajardo, 2004) en la región de Coquimbo (continuación).

Cada uno de estos distritos ambientales corresponde a un espacio geográfico en donde confluyen una serie de atributos que deben corresponderse con una estructura y composición de la vegetación similar y de existir diferencias al interior de ellos. Éstas responderán a diferentes grados de intervención o a la presencia de algún factor de carácter azonal con una fuerte influencia biológica.

1.3.3 Caracterización de los distritos ambientales y definición de las unidades con Formaciones Xerofíticas

Como se mencionó anteriormente, la caracterización de los distritos se llevó a cabo mediante la realización de transectos dentro de las unidades ambientales, en función de las rutas de acceso disponibles dentro de cada unidad, por lo cual el muestreo se ajustó (en su mayoría) sólo a las áreas circundantes a las rutas, con el fin de maximizar el uso de los recursos disponibles. Una vez insertos en los distritos ambientales, se procedió a la caracterización de la flora vascular, donde en algunos casos se realizaron inventarios florísticos dentro de cada distrito y, en otros, sólo se realizó el registro de la especies de origen autóctono.

El muestreo se llevó a cabo en las provincias Elqui, Limarí y Choapa, en seis transectos longitudinales (tres costeros y tres en valles interiores), donde el levantamiento se enfocó en las áreas que presentan especies autóctonas, en base a la capa referencial del Catastro del Bosque Nativo (CBN). De esta forma se evaluó, rectificó e incorporó información florística y vegetacional, logrando estimar con mayor certeza los límites geográficos esbozados en la cartografía del CBN.

Se pudo constatar que existen alrededor de 760 unidades ambientales, consideradas como formaciones xerofíticas, dada la presencia de elementos autóctonos en los cuadros vegetacionales establecidos en estas áreas. Las formaciones xerofíticas resultantes del muestreo se presentan en el Anexo 2, donde se aprecia la distribución de las áreas muestreadas, según la extensión que presentan las especies en el ecosistema.

Referente a los especies vasculares registradas en el área de estudio, se determinaron un total de 28 especies vegetales vasculares que forman parte de estructura vegetacional, encontrándose 12 tipos biológicos arbóreos, 11 arbustivos y cinco suculentos. En el Cuadro 1 se describen las especies autóctonas detectadas en el muestreo de las unidades.

Cuadro 1. Listado de especies que potencialmente conforman formaciones xerofíticas descritas en la Región de Coquimbo.

Arbóreas	
Ac	<i>Acacia caven</i> (Molina) Molina
AZ	<i>Azara lanceolata</i> Hook. f.
CA	<i>Cryptocarya alba</i> (Molina) Looser
CD	<i>Cordia decandra</i> Hook. & Arn.
GU	<i>Porlieria chilensis</i> I.M. Johnst.
LC	<i>Lithraea caustica</i> (Molina) Hook. & Arn.
MB	<i>Maytenus boaria</i> Molina
MC	<i>Myrcianthes coquimbensis</i> (Barnéoud) Landrum & Grifo
PM	<i>Podanthus mitiqui</i> Lindl.
SL	<i>Schinus latifolius</i> (Gillies ex Lindl.) Engl.
SP	<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera
Arbustivas	
Bc	<i>Baccharis concava</i> (Ruiz & Pav.) Pers.
Bl	<i>Baccharis linearis</i> (Ruiz & Pav.) Pers.
Bp	<i>Balbisia peduncularis</i> (Lindl.) D. Don
Co	<i>Colliguaja odorifera</i> Molina
Ep	<i>Escallonia pulverulenta</i> (Ruiz & Pav.) Pers.
Ft	<i>Flourensia thurifera</i> (Molina) DC.
FL	<i>Fuchsia lycioides</i> Andrews
Kc	<i>Krameria cistoidea</i> Hook. & Arn.
Le	<i>Lobelia excelsa</i> Bonpl.
Lt	<i>Lobelia polyphylla</i> Hook. & Arn.
Og	<i>Oxalis gigantea</i> Barnéoud
Suculentas	
eA	<i>Eulychnia acida</i> Phil.
pB	<i>Puya berteroniana</i> Mez
pC	<i>Puya chilensis</i> Molina
pV	<i>Puya venusta</i> Phil.
tC	<i>Trichocereus chiloensis</i> (Colla) Britton & Rose

tC: incluye a la subespecie *Trichocereus chiloensis* (Colla) Britton & Rose ssp. *litoralis* (Johow) Faúndez

Por otro lado, en el Anexo 3, se detallan las características de las capas de información relevantes para el desarrollo de la vegetación de cada unidad discriminada. Existen algunos casos en que las unidades xerofíticas están caracterizadas por más de un atributo dependiendo de la capa temática de información a contrastar, quedando en algunas ocasiones bajo dos o más referencias (geológicas o hídricas).

Sobre la base de la información contenida en el Catastro del Bosque Nativo (CBN), el número de áreas ambientales que podrían ser consideradas formaciones xerofíticas alcanzarían las 1.736.302,2 ha, lo que representa el 42,79% de la región, muy por sobre del valor resultante entre las unidades muestreadas, las que en su conjunto alcanzan una superficie estimada de 176.224,8 ha, que representa el 4,3% de la superficie de la región. Dichos valores son aproximaciones de las superficies estimadas, donde las diferencias se deben mayormente al ajuste realizado en las áreas muestreadas, y a los distintos criterios utilizados en la definición de las unidades y especies asociadas a los ambientes.

Cabe señalar, que si bien en algunos casos la información contenida en el CBN coincide con la cobertura vegetal existente, se presentan muchos casos en donde las especies citadas no se corresponden con la descripción de terreno levantada en este informe. Esto se puede deber al esfuerzo de muestreo realizado en las distintas provincias y a los distintos grados de extrapolación con que fueron asignadas las especies a las unidades como tal.

Respecto de las capas temáticas utilizadas, no se puede concluir que existe algún tipo de relación suficientemente fundada como para poder extrapolar los resultados obtenidos en este estudio, básicamente porque si bien, en algunos puntos las especies (autóctonas) presentan patrones comunes respecto de las capas temáticas, en otros puntos no se da la misma relación, lo que implica que la distribución de las especies estaría condicionada más bien por patrones biológicos y ambientales locales que propician el establecimiento de las especies en los distintos ambientes que se presentan en la región.

En cuanto a catalogar las unidades ambientales bajo el tipo de formaciones xerofíticas, habría que hacer una mención de que las áreas definidas en este informe son producto de que estas especies autóctonas son parte de la matriz vegetal dominante. Por tanto, habría que considerar y evaluar que rol cumple la presencia de individuos aislados dentro de un determinado mosaico vegetal.

En general, los distintos grados de relevancia e influencia de las capas referenciales tanto en la conformación de los cuadros vegetacionales como en la presencia de especies autóctonas, tendría que ser evaluada bajo otro enfoque de análisis, basado en un conjunto mayor de datos representativos de los ecosistemas, los cuales permitieran sustentar una extrapolación de la información con mayor fiabilidad dentro de cada distrito ambiental definido. Si bien cada capa temática por separado podría explicar alguna de las variantes propias del ambiente y, en particular, de la flora y vegetación, esta debería presentar un análisis más detallado para aumentar la representatividad de la información referente a las formaciones vegetacionales presentes en la Región.

De esta forma se espera que existan más unidades que puedan presentar especies autóctonas legales (DS 68) y pasar a constituir formaciones xerofíticas, según la realización de una mejor ajuste de las unidades y de un incremento en el esfuerzo de muestreo, de manera de obtener más detalle de las unidades ambientales en cuanto a su estructura y composición florística (riqueza), ya que sólo se pudo constatar una fracción de los distritos ambientales presentes en la región. A su vez incorporar la información levantada por diferentes actividades dentro de la región, aumentará la representatividad de los registros asociados a cada unidad ambiental, de manera de enfocar los futuros esfuerzos en aquellos puntos que no tienen representación florística y vegetal, con el fin de ir disminuyendo las áreas carentes de información.

2. OBJETIVO 2: Sistematizar la información existente sobre aspectos socioeconómicos, ecosistémicos y silviculturales asociados a los tipos vegetacionales definidos.

2.1 Antecedentes generales de la Región

2.1.1 Ubicación geográfica y superficie

La Región de Coquimbo se ubica aproximadamente entre los 29° 20' y los 32° 15' Latitud sur. Su territorio se sitúa en la sección meridional de lo que tradicionalmente se ha conocido como "Norte Chico". En esta región se encuentra el ancho mínimo del territorio nacional continental, que es de 90 kilómetros, en los 31°37' S, situado en el paso de Casa de Piedra y Punta Amolanas. La Capital Regional la ciudad de La Serena, ubicada junto a la desembocadura del Río Elqui (Biblioteca Congreso Nacional, 2012).

La superficie regional es de 40.579,9 km², lo que representa el 5,37% del territorio de Chile Continental e Insular (INE, 2012).

2.1.2 Población

De acuerdo a las cifras preliminares del censo 2012, la población residente en la región es de 708.908 habitantes. Esta cifra representa un crecimiento de 16,9% respecto al censo de 2002, ubicándose en el segundo lugar de las regiones con mayor crecimiento a nivel nacional.

Del total de la población, el 51,3% corresponde a las mujeres, y el 48,7% a hombres. En cuanto a la situación comunal, La Serena es la comuna con mayor crecimiento en la región con un 30,4% respecto a los datos obtenidos en el censo anterior. Por otra parte, la comuna de Río Hurtado presenta la mayor disminución de población con un -13,4% (INE, 2012).

2.1.3 Relieve

La Región de Coquimbo presenta tres rasgos de relieve: La Cordillera de Los Andes, el Complejo montañoso andino costero y las Planicies Litorales. Sin embargo, el paisaje está definido por el curso de tres grandes hoyas hidrográficas que cortan en forma transversal el territorio regional: los ríos Elqui, Limarí y Choapa, cuya morfología permite el desarrollo de la actividad agrícola.

Respecto a la Cordillera de Los Andes, se presenta alta, maciza, sin presencia de volcanismo activo y con alturas superiores a los 6.000 msnm (6.252 Cerro Olivares), decreciendo norte a sur, hasta donde las alturas predominantes varían 3.000 y 4.000 m. En esta región la Cordillera se desplaza hacia el poniente, acercándose a la costa, alcanzando a la altura de Illapel, la parte más angosta del territorio nacional con 95 km entre la costa y la frontera con Argentina.

El Cordón Montañoso Andino Costero se compone por los Cordones o Sierras Transversales que se encuentran separados por los valles de los ríos Elqui, Limarí y Choapa. Estos cordones conforman un conjunto orográficamente complejo, de difícil penetración, con altitudes que fluctúan entre los 600 y 1000 m.

El Valle del Elqui, uno de lo más anchos y largos, se ubica al norte de la región. Hacia la costa, este Valle se mezcla con las planicies costeras, las que se adentran hacia el interior donde se emplaza la ciudad de La Serena. En el centro de la región, se ubica el Valle del Río Limarí, más estrecho, se presenta encajonado en su curso superior, con laderas de pendientes muy abruptas. Finalmente, el Valle del Río Choapa, al sur de la región es el más estrecho de los tres. En su curso medio se encajona para luego formar un amplio sector de terrazas fluviales en su desembocadura.

Las Planicies Litorales son planos escalonados de abrasión o sedimentación marinas y/o fluvio-marinas con intercalaciones de sedimentos continentales, de amplio desarrollo, cuyo modelado penetra hacia el interior, formando franjas de hasta 40 km de ancho. Se manifiestan en la desembocadura del río Elqui, Guanaqueros y Tongoy, pero desaparecen hacia el sur de la Región, donde una de sus principales características son los extensos campos de dunas litorales al norte de Los Vilos (Biblioteca Congreso Nacional, 2012).

A diferencia de las otras regiones no existe valle o llano central ni depresión intermedia; solamente algunos llanos interiores pequeños entre serranías, siendo estas últimas la que caracterizan la geomorfología general de la Región.

2.1.4 Hidrografía

Los principales sistemas hidrográficos de la región son los ríos Elqui, Limarí y Choapa. Todos ellos nacen en la Cordillera de los Andes, y desde esta región al sur, sus caudales son suficientes para desembocar en el mar, aunque con algunas dificultades en verano. Presentan un régimen hídrico de tipo nivopluvial, es decir, altos caudales medios entre los meses de noviembre y diciembre, además de una llovizna secundaria los meses de invierno.

El río Elqui posee una hoya hidrográfica de 9.436 km² con un gasto medio de 15m³/seg. Los principales tributarios en épocas de deshielo son los ríos Turbio y Claro. Cuenta con dos embalses: Laguna, construido para el riego en la Provincia de Elqui, que es alimentado por el río La Laguna, afluente del Turbio y el embalse Puclaro, llenado por primera vez en 1999, es de generación multianual y es alimentado por el río Elqui.

El río Limarí tiene una hoya hidrográfica de 11.927 km² y entre sus numerosos tributarios, destacan los ríos Hurtado, Grande y Guatulame. Posee un sistema regulador de sus aguas, basado en el sistema de embalses Recoleta, La Paloma y Cogotí, que suman una capacidad de mil millones de m³. El caudal medio cerca de la desembocadura es de 9 m³/seg, pero esta cifra es variable, considerando la regulación de gasto producida por los embalses antes señalados.

Al sur de la región se encuentra el río Choapa, cuya hoya hidrográfica, la menor de las tres, es de 8.239 km², y sus principales tributarios son los ríos Tocornal e Illapel. De acuerdo a la bibliografía consultada, el caudal medio varía entre 11 y 30 m³/seg (Biblioteca Congreso Nacional, 2012).

Además de los tres sistemas antes mencionados, existen otros tres, de tipo secundario, que no nacen en la alta cordillera, sus cursos son de menor longitud, y en algunos casos su caudal es intermitente, debido a que presentan un régimen casi exclusivamente de tipo pluvial, éstos son la Quebrada Los Choros, en un medio esencialmente desértico, el Estero Conchalí o Pupio y el río Quilimarí (INE, 2012).

2.2 Antecedentes socioeconómicos

Administrativamente, la Región de Coquimbo se divide en tres provincias y 15 comunas, y la capital regional es la ciudad de La Serena. De sur a norte, las provincias son: Choapa, cuya capital es Illapel, Limarí, capital Ovalle, y Elqui, capital Coquimbo.

De acuerdo a los datos preliminares del Censo 2012 (INE, 2012), esta región tiene una densidad poblacional de 17,37 hab/km², cifra mayor a la registrada en el censo 2002 (14,86 hab/km²). En la Provincia de Elqui habita el 65% de la población regional, en la Provincia de Limarí el 23,1% y en la Provincia del Choapa sólo el 11,9%.

2.2.1 Economía Región de Coquimbo

Las principales actividades económicas de la región son la minería, agricultura y pesca. Esta región es la segunda productora de hierro a nivel nacional y el único productor de manganeso y lapislázuli, además de aportar con un 8% del cobre que se extrae del país. La mina de cobre Los Pelambres, cerca de Salamanca, es una de las más grandes a nivel nacional y su reserva estimada es de 2.100 millones de toneladas.

Por su parte, la agricultura se desarrolla en forma intensiva en los valles Elqui, Limarí y Choapa con cultivos de hortalizas y frutas. Los principales productos son: aceitunas, papayas, paltas y especialmente, uvas de exportación y pisquera, que permiten la producción de pasas, arrope (miel de uvas) y pisco. Esta región es además, la de mayor producción de chirimoyas, granadas, higos y papayas.

En cuanto a la actividad pesquera, ésta se ve favorecida por los 400 km de costa que posee la región. Se extraen pescados como sardina y jurel, mariscos, crustáceos y recolección de algas. La Región se destaca por la elaboración y conserva de mariscos, y también se destinan extensos fondos de mar a la maricultura.

Durante el primer trimestre del año 2012, el índice de actividad económica regional, el mercado laboral y las exportaciones mostraron crecimiento respecto al mismo periodo del año anterior. Respecto a la actividad económica en la Región de Coquimbo, el primer trimestre del año 2012 presentó un crecimiento de 8,2% respecto a igual periodo del año anterior (INE (2), 2012).

- Actividad económica

De los once sectores que componen el indicador, ocho de ellos presentaron crecimiento, los principales son los sectores: Construcción, Transporte y Comunicaciones, y Servicios Financieros y Empresariales. Por otra parte, los sectores que presentaron disminución en su actividad económica son: Silvoagropecuario, Pesca y Servicios Sociales.

La disminución en el sector silvoagropecuario se debe a los resultados negativos del subsector frutícola explicado por una menor producción de fruta destinada al mercado externo. Respecto a éste sector, en el Censo Agropecuario 2007, se señala que esta región cuenta con 61.642 ha destinadas a cultivos anuales y permanentes, 81.107 ha de forrajeras permanentes y rotación de cultivos y 88.555 ha en barbecho y descanso.

Se señala también que la superficie bajo riego alcanza las 75 mil ha, de las cuales el 50,8% corresponde a riego gravitacional, 47,7% a microriego (goteo y cinta, microaspersión o microjet), y un 1,5% se realiza a través de aspersión tradicional y/o carrete o pivote.

- Empleo

Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE (3), 2012) la Región de Coquimbo presentó un aumento del 7% en la fuerza de trabajo, al comparar las cifras del primer trimestre de 2012 con el mismo periodo del 2011. Los ocupados en la región, aumentaron en un 9% respecto al primer trimestre anterior y la tasa de desocupación fue de 6,8%. La cesantía fue de 5,3%, en las mujeres esta cifra corresponde a 6,9% que es 2,7 puntos mayor a la cesantía de los hombres (4,2%).

Las ramas económicas que influyeron positivamente en el aumento de la ocupación en la Región fueron principalmente Explotación de minas y canteras e Industrias manufactureras. Por otra parte, las incidencias negativas se deben a los sectores: Construcción, Suministro de electricidad, gas y agua; y pesca.

En el caso de la estructura ocupacional en el periodo enero-marzo 2012 fue liderada por el sector Comercio (19,2%), seguido por Agricultura, ganadería, caza y silvicultura (14%), y Explotación de minas y canteras (11,9%).

- Exportaciones

Según datos del INE (3) (2012), las exportaciones de la Región de Coquimbo representan el 6,6% del total del país y en el periodo enero-marzo de 2012 registraron un aumento del 3,4% respecto al mismo periodo anterior, equivalentes a 44 millones de dólares, principalmente debido a las exportaciones mineras.

2.2.2 Comunidades agrícolas

En la Región se reconocen dos importantes formas de tenencia de tierra: Grandes Haciendas y Comunidades Agrícolas. Las Grandes Haciendas, de acuerdo a Benedetti *et al.* (2001), se dedican a la explotación ovina extensiva, con razas productoras de lana y vacuno de carne. El dueño o hacendado generalmente de nivel cultural medio a alto, tiene accesos a créditos y asistencia técnica, dedicando la mayor parte de su producción a la comercialización.

Por otra parte, las Comunidades Agrícolas son un sistema de propiedad comunitaria de la tierra, particular de la Región de Coquimbo, y corresponde a una organización social de pequeños campesinos, unidos principalmente por lazos de parentesco en torno a una propiedad común, en una superficie territorial indivisa y fundamentalmente de secano (Medina, 1996).

Según Benedetti *et al.* (2001), este tipo de organización se remonta al siglo XVII a partir de la cesión de terrenos otorgados por la corona española a sus soldados, siendo la gran mayoría de ellos, terrenos de secano poco productivos. Actualmente, unas 71.770 personas viven actualmente bajo este sistema de tenencia. La principal característica de estas tierras es la degradación de los recursos naturales, situación que acentúa la condición de pobreza rural y migración hacia la ciudad.

Contreras y Gastó (1986), señalan que los terrenos utilizados por las comunidad agrícolas son, en general, cerros o laderas de pastoreo de escaso valor agrícola poseídos en común por propietarios de pequeñas hijuelas, generalmente, formando núcleos aislados. Debido a éste aislamiento, las comunidades carecen de buenos caminos, tienen poco acceso a la ayuda técnica, social y sanitaria. También se hace difícil la comercialización de los productos, y en general, mantienen un sistema de subsistencia que no les permite el desarrollo integral de la región.

En las comunidades agrícolas, Medina (1996) distingue tres tipos de terrenos:

- Terrenos considerados propios, donde se ubican los “goces singulares”, que corresponden a pequeñas porciones de terreno donde le socio de la comunidad cuenta con una pequeña fuente de agua. De superficie variable, la explotación de estos terrenos es individual o familiar.
- Terrenos cedidos por la comunidad en forma transitoria, corresponden a las “lluvias”, terrenos dedicados a los cultivos de secano, principalmente cereales, semicercados y de superficies aproximadas de 5 a 15 ha. Se trata de cultivos para autoconsumo, y cuya intensidad depende de las condiciones climáticas y financieras del comunero.
- Terrenos de uso común, son aquellos susceptibles de ser utilizados por todos los comuneros, destinados principalmente al talaje de animales y extracción de leña.

Al 2002 se registró un total de 178 Comunidades Agrícolas cubriendo una superficie de casi un millón de hectáreas, equivalentes al 25% del territorio regional, y una población de 67.338 habitantes aproximadamente, que corresponde al 11% de la población regional, y al 51% de la población rural de la Región de Coquimbo (Livenais y Aranda, 2003).

2.3 Características de la Región Mediterránea Árida

2.3.1 Generalidades

De acuerdo a Vita (1993) los climas mediterráneos se caracterizan por la concentración de las precipitaciones en invierno, un período de sequía en verano y temperaturas extremas moderadas, con escasa ocurrencia de heladas, las cuales no son de gran intensidad. Dichas condiciones están determinadas por la influencia oceánica, asociada en muchos casos a corrientes frías y a la presencia de centros de alta presión subtropical.

De acuerdo a Di Castri y Hajek (1976) la Zona de Tendencia Mediterránea es la que aporta los rasgos más típicos de la ecología en el país, y presenta dos de las condiciones más relevantes del clima mediterráneo: lluvias regulares en invierno y un periodo variable de sequía en verano. Respecto a la aridez, ésta muestra un amplio rango de variación a lo largo del territorio nacional, desde 12 meses a sólo un mes, disminuyendo progresivamente hacia el sur, hacia el mar y hacia la Cordillera de Los Andes.

Debido a lo anterior, en esta zona se pueden distinguir las siguientes regiones: perárida, árida, semiárida, subhúmeda y perhúmeda.

Respecto a la Región de Coquimbo, Di Castri y Hajek (1976), indican que pertenece a un tipo de clima mediterráneo, donde las condiciones de aridez se presentan durante gran parte del año.

Particularmente, la Región Mediterránea Árida se caracteriza por un decrecimiento de la influencia desértica y una acentuación de la mediterraneidad, y la aridez es su rasgo más relevante. Según Vita (1993), se ubica por la zona interior entre el Río Elqui y el Río Aconcagua, y se distingue de la Región Mediterránea Perárida, debido a que presenta una menor influencia desértica y acentuación de la mediterraneidad, y sólo tienen en común la aridez como rasgo dominante.

El autor destaca que según el criterio que se considere para delimitar las regiones ecológicas, los límites pueden variar. Por ejemplo, si el criterio es la vegetación, como indicador del clima, el límite entre las regiones áridas y semiáridas, por la zona interior del país, sería el Río Choapa y no el Aconcagua; sin embargo, si el criterio es el monto total de precipitaciones, el límite adecuado sería el Río Aconcagua.

Vita (1993) señala que vegetación más generalizada de la Región Mediterránea Árida corresponde al Matorral Arbustivo, existiendo especies arbóreas siempreverdes en zonas más favorables de la costa, quebradas y precordillera andina, y algunas especies del género *Prosopis* en sectores interiores planos, en suelos con buen drenaje.

2.3.2 Clima

En general, la Región mediterránea árida se caracteriza por periodos secos de 8 a 9 meses, con 3 a 4 meses subhúmedos en invierno. La actividad ecológica está concentrada principalmente en invierno, excepto en los cerros de la zona costera que mantienen espesas neblinas durante todo el año.

A pesar de las diferencias climáticas que existen entre la costa y el interior, en esta región la influencia marina penetra a menudo a través de los valles transversales. Respecto a las diferencias climáticas, Squeo *et al.* (2001), indican que la zona costera se caracteriza por la alta humedad (85%) y neblina, principalmente durante la mañana, temperaturas moderadas (14,7° C media anual en La Serena) y oscilaciones térmicas diarias no mayores a 6°. Por su parte, en la zona interior las temperaturas y la oscilación térmica aumentan respecto de la costa, y las precipitaciones tienden a disminuir, excepto en la zona de la Cordillera de Los Andes, donde vuelven a aumentar. Luebert y Plissock (2006) señalan que la temperatura de la corriente de Humboldt produce, en relación con otras regiones del mundo, una disminución de las temperaturas, por lo que las zonas costeras tienden a ser, en promedio, más fría que las zonas interiores bajas, al menos en la zona norte y central de Chile. Esta característica, de acuerdo a los autores, se agudiza en la zona de los valles transversales, probablemente debido al mayor efecto radiativo en relación a otras zonas costeras, producto de la menor acumulación de nubosidad por ausencia de una cordillera costera bien definida.

El principal factor climático limitante, además de la aridez, es la extrema variabilidad anual de las lluvias. Luebert y Plissock (2006) señalan que uno de los principales factores que determinan la gradiente latitudinal de las precipitaciones es la ubicación y el desplazamiento del Anticiclón del Pacífico. Éste, al tratarse de un sistema semipermanente de altas presiones, limita la influencia del sistema frontal de vientos del oeste, que es el causante directo de las precipitaciones invernales. Los autores indican

que las condiciones estacionales de aridez en Chile central son generadas a partir del desplazamiento hacia el sur, que ocurre cada verano en el hemisferio sur, del Anticiclón del Pacífico.

Por otra parte, la zona central de Chile se caracteriza por presentar una fuerte estacionalidad, con precipitaciones concentradas durante el periodo invernal, el que se alterna con un periodo de aridez estival, cuya duración e intensidad disminuyen hacia el sur. Luebert y Pliscoff (2006) indican que al norte del Río Aconcagua, la presencia de cordones montañosos transversales genera una disminución secuencial de las precipitaciones de una cuenca intermontana a otra de sur a norte.

En las zonas bajas de las cuencas intermontanas se presentan bajos montos de precipitación y las nubes penetran al interior por los valles y su influencia se hace patente al verse forzadas a ascender. En las zonas altas cercanas a la costa, las masas de aire precipitan inmediatamente, y vuelven a hacerlo una vez que los grandes macizos andinos vuelven a forzar aún más su elevación, generando una zona de aridez extrema a sotavento, en la llamada pampa desértica.

Luebert y Pliscoff (2006) plantean una clasificación bioclimática que está basada en una clasificación anterior, realizada por Amigo y Ramírez (1998), pero incorpora nuevos elementos. De acuerdo a los autores, el macrobioclima mediterráneo se distribuye fundamentalmente en la zona central de Chile, pero ocupa la franja costera de 23° S y penetra hacia el interior aproximadamente a latitud del paralelo 25°, donde asume una forma diagonal que alcanza las altas cumbres de Los Andes a 31° S, extendiéndose por todo el ancho del territorio nacional hasta 37° S, donde se angosta para luego extenderse sólo en la depresión intermedia, desapareciendo definitivamente a los 39° S.

El macroclima Mediterráneo reúne los bioclimas Mediterráneo hiperdesértico, desértico-oceánico, xérico-oceánico y pluviestacional. El bioclima Mediterráneo xérico-oceánico tiene una distribución que se extiende por las faldas cordilleranas de los Andes del norte de la Región de Coquimbo, por el interior y las zonas costeras desde los 31° S hacia el sur, angostando finalmente su distribución sólo al interior del sur de la región de Valparaíso hasta algo más al sur del paralelo 33.

2.3.3 Relieve

Desde el punto de vista administrativo, la Región Mediterránea Árida abarca casi en su totalidad a la Región de Coquimbo. En este sentido, los rasgos fisiográficos más característicos de esta región serían: Terrazas Marinas en la banda costera, interrumpidas por quebradas, y Valles Transversales y sus ríos, Elqui, Limarí y Choapa, entre los cuales se presentan una serie de serranías interiores y algunos llanos.

Respecto al relieve, la Región de Coquimbo presenta tres rasgos característicos: La Cordillera de Los Andes, el Complejo montañoso andino costero y las Planicies Litorales.

La Cordillera de Los Andes, se presenta alta, maciza, sin presencia de volcanismo activo y con alturas superiores a los 6.000 msnm (6.252 Cerro Olivares), decreciendo norte a sur, hasta donde las alturas predominantes varían 3.000 y 4.000 m. En esta región la Cordillera se desplaza hacia el poniente, acercándose a la costa, alcanzando a la altura de Illapel, la parte más angosta del territorio nacional con 95 km entre la costa y la frontera con Argentina.

El Cordón Montañoso Andino Costero se compone por los Cordones o Sierras Transversales que se encuentran separados por los valles de los ríos Elqui, Limarí y Choapa. El Valle del Elqui, uno de los más anchos y largos, se ubica al norte de la región. Hacia la costa, este Valle se mezcla con las planicies costeras, las que se adentran hacia el interior donde se emplaza la ciudad de La Serena. En el centro de la región, se ubica el Valle del Río Limarí, más estrecho, se presenta encajonado en su curso superior, con laderas de pendientes muy abruptas. Finalmente, el Valle del Río Choapa, al sur de la región es el más estrecho de los tres. En su curso medio se encajona para luego formar un amplio sector de terrazas fluviales en su desembocadura.

Las Planicies Litorales presentan un amplio desarrollo, y su modelado penetra hacia el interior, formando franjas de hasta 40 km de ancho. Se manifiestan en la desembocadura del río Elqui, Guanaqueros y Tongoy, pero desaparecen hacia el sur de la Región, donde una de sus principales características son los extensos campos de dunas litorales al norte de Los Vilos (Biblioteca Congreso Nacional, 2012).

2.3.4 Vegetación

De acuerdo a Vita (1993) las asociaciones vegetales de las regiones mediterráneas son similares en cuanto a morfología y fisiología de las especies. Los ejemplares arbóreos, a diferencia de las zonas templadas más húmedas, son de baja altura, siempreverdes, esclerófilos, con troncos cortos y gruesos, y copas amplias.

El autor señala que, en términos generales, se pueden distinguir dos tipos vegetacionales, según su desarrollo: Bosque mediterráneo y matorrales. El primero corresponde a una formación dominada por árboles, generalmente de especies latifoliadas, esclerófilas e incluso coníferas.

En el caso del matorral, aunque existen definiciones formales, su característica principal es la prolongación de follaje hasta la base, impidiendo la identificación del fuste o tronco, y en algunos casos puede incluso presentar un aspecto achaparrado.

Indica el autor, que la vegetación mediterránea se distribuye preferentemente en forma de mosaico de comunidades, las cuales son muy sensibles a las variaciones topográficas, edáficas, de exposición y posición. Dichos factores, al tener gran influencia sobre el clima local, también su influencia es decisiva en la vegetación. Unido a lo anterior, las distintas formas de intervención antrópica han acentuado la heterogeneidad de la disposición de la vegetación en el terreno.

Por otra parte, Simonetti y Montenegro (1996) citan a Fuenzalida (1965) quien indica que el llamado Norte Chico, que se sitúa entre el sur de Chañaral y Norte de La Ligua y Petorca, se caracteriza por un matorral abierto de arbustos bajos, espinosos y esclerófilos. La diversidad de especies en esta zona es mantenida por la influencia directa del mar, el cual origina periódicamente neblinas o camanchacas, que penetran los valles transversales hasta los 700 m de altitud en las laderas andinas.

2.3.5 Composición florística y caracterización estructural

Existen variadas clasificaciones de la vegetación natural del Chile, siendo en la actualidad la más utilizada y citada en el ámbito científico la Clasificación de Gajardo (1994), definida

sobre la base de la fisionomía y ecología de las formaciones vegetacionales. De acuerdo a esta clasificación, la vegetación de la Región Mediterránea Árida se puede describir mediante las siguientes Regiones Ecológicas, Subregiones y Formaciones:

- A. Región del Desierto
 - A1. Subregión del desierto florido
 - A1.1 Desierto florido de las serranías

- B. Región de las Estepas Altoandinas
 - B1. Subregión de los Andes Mediterráneos
 - B1.1 Estepa Altoandina de la Cordillera de Doña Ana
 - B1.2 Matorrales preandinos de la Cordillera de Coquimbo
 - B1.3 Matorrales andinos esclerófilos

- C. Región de los Matorrales y Bosques Esclerófilos
 - C.1 Subregión de los Matorrales esteparios
 - C.1.1 Matorrales esteparios costeros
 - C.1.2 Matorrales esteparios del interior de Coquimbo
 - C.1.3 Matorrales esteparios con bosquecillos ocasionales
 - C.1.4 Matorrales esteparios arborescentes
 - C.2 Subregión de los Matorrales y Bosques espinosos
 - C.2.1 Matorrales espinosos de las Serranías Transversales

Una propuesta reciente es la Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile de Luebert y Pliscoff (2006), quienes mediante una extensa revisión bibliográfica realizan una síntesis de las clasificaciones existentes, e incluyen una propuesta propia, en términos de metodología, fundamentos teóricos y unidades de análisis, que resulta en una delimitación preliminar de los bioclimas y la vegetación de Chile.

Los autores utilizan la clasificación de Ellemberg y Mueller-Dombois (1967) para describir las formaciones en Chile Continental, estas son: bosque cerrado, bosque abierto, matorral, matorral bajo, vegetación herbácea terrestre y, desiertos y otras áreas con vegetación escasa.

A su vez, definen piso de vegetación como “espacios caracterizados por un conjunto de comunidades vegetales zonales con estructura y fisionomía uniforme, situadas bajo condiciones masoclimáticamente homogéneas, que ocupan una posición determinada a lo largo de una gradiente de elevación, a una escala espacio-temporal específica”. Los mismos autores señalan que un piso de vegetación se “caracteriza típicamente por una formación vegetal con especies dominantes específicas y un piso bioclimático bajo el cual, tales formaciones pueden ser encontradas”.

Los pisos vegetacionales están organizados jerárquicamente en la secuencia Formación vegetal-Piso de vegetación, no necesariamente en el orden espacial latitud/longitud, e independiente del macroclima en que se encuentran.

Los autores, describen transectos longitudinales en la zona Centro norte del país. Indican que esta zona se caracteriza por la dominancia del bioclima mediterráneo y la aparición de la vegetación esclerófila, inicialmente con fisionomía de matorral, al sur de la Región de Coquimbo y norte de Valparaíso, para luego transformarse en boscosa desde los 31° S en la precordillera andina y 32° en la zona costera.

Hacia el norte de la región, al mantenerse las condiciones más áridas, la vegetación es del tipo matorral desértico al interior (pisos de vegetación 18 y 20) y en la costa (pisos de vegetación 17 y 19). La vegetación presenta una cobertura abierta, dominada por especies del género *Heliotropium*, especialmente en el sector costero. Hacia el interior, a lo largo de los cordones transversales, la vegetación es del tipo matorral bajo, con dominancia de subarbustos y en los sectores de mayor altitud aparecen plantas en cojín.

Por los cordones costeros y en zonas de mayor altitud en el interior, se aprecia un matorral espinoso, con dominancia de *Colliguaja odorifera*. En los cordones transversales dominan especies del género *Adesmia*, acompañadas de un matorral bajo (pisos vegetacionales 109 y 110). Al avanzar hacia el sur y la cordillera, en zonas de mayor altitud, en el matorral bajo predominan los subarbustos, acompañados por plantas en cojín (pisos vegetacionales 112 y 113).

De acuerdo a lo anterior, se describen las formaciones y pisos vegetaciones que se encuentran en la Región Mediterránea Árida.

Matorral desértico

17. Matorral desértico mediterráneo costero de *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum*.

Se trata de un matorral muy abierto, dominado por los arbustos *Oxalis gigantea* y *Heliotropium stenophyllum*, con participación importante de otras especies, tales como: *Flourensia thurifera*, *Alona coelestis*, *Nolana crassulifolia*, y *Encelia canescens*. Durante la primavera de los años lluviosos, el suelo se cubre de una estrata de herbáceas efímeras tanto nativas como introducidas, lo cual refleja los regímenes de perturbación a que está sometido este piso.

Este piso se distribuye a lo largo de las zonas litorales del sur de la Región de Atacama y Coquimbo, entre 0 y 300 m.

18. Matorral desértico mediterráneo interior de *Adesmia argentea* y *Bulnesia chilensis*

Este piso corresponde a un matorral muy abierto dominado por arbustos altos o árboles tales como *Adesmia argentea*, *Bulnesia chilensis*, *Balsamocarpon brevifolium*, *Cordia decandra*, *Heliotropium sinuatum*, *Pintoa chilensis* y *Proustia ilicifolia*, entre otros. También son frecuentes algunos arbustos bajos como *Caesalpinia angulata*, *Encelia canescens* y cactáceas como *Opuntia berterii* y *Echinopsis coquimbanus*. Las herbáceas son abundantes durante la primavera de años lluviosos, especialmente *Cruckshanksia pumila* y *Argyria radiata*. Este piso ha sido poco estudiado en cuanto a composición y estructura, y sólo se ha identificado una comunidad de carácter zonal, y sobre la base de referencias indirectas, se han determinado comunidades extrazonales, principalmente en quebradas.

La distribución de este piso considera el sector interior del sur de la Región de Atacama y norte de Coquimbo, desde los 300 a 1.800 m.

19. Matorral desértico mediterráneo interior de *Heliotropium stenophyllum* y *Flourensia thurifera*.

Se trata de un matorral alto, compuesto por arbustos esclerófilos más o menos esparcidos, donde dominan *Heliotropium stenophyllum* y *Flourensia thurifera*, en menor medida y en forma localizada *Adesmia microphylla*, *Gutierrezia resinosa* y *Cordia decandra*. Además, las cactáceas *Opuntia miquelii*, *O. berteri* y *Eulychnia acida* también son frecuentes en el piso y en algunos casos marcan su fisonomía.

En este piso de vegetación se encuentra el bosque relicto de Fray Jorge y las singulares comunidades de matorral de las zonas orientales al bosque, que han sido objeto de numerosos estudios.

20. Matorral desértico mediterráneo interior de *Flourensia thurifera* y *Colliguaja odorifera*.

Corresponde a un matorral abierto esclerófilo, dominado por *Flourensia thurifera* y *Colliguaja odorifera*, acompañadas por otros arbustos tales como: *Bridgesia incisaefolia*, *Ophryosporus paradoxus*, *Proustia baccharoides*, *Senna coquimbensis* y *Ephedra chilensis*, además de la cactácea *Opuntia berterii* y algunas herbáceas anuales y perennes. En las zonas degradadas, *Gutierrezia resinosa* es la dominante. En las laderas de exposición norte, la vegetación es abierta y se compone de *Heliotropium stenophyllum*, cactáceas columnares como *Eulychnia acida* y *Echinopsis coquimbana*, como asimismo *Cordia decandra* en la parte baja de la ladera; mientras que en las laderas de exposición sur es posible encontrar elementos más higrófilos, como *Porlieria chilensis*, y en los bajos de ladera, cerca de las quebradas, se encuentra una franja de espinales dominados por *Acacia caven*.

Este piso presenta una distribución por la zona interior del centro-sur de la Región de Coquimbo, entre los 300 y 2.300 m.

21. Matorral desértico mediterráneo costero de *Bahia ambrosioides* y *Puya chilensis*.

Se trata de un matorral con suculentas cuyas especies dominantes son *Bahia ambrosioides* y *Haplopappus foliosus*, además de la importante presencia de *Puya chilensis*, que determina la fisonomía de la vegetación. Presenta un carácter transicional debido a que es posible encontrar algunos elementos del matorral costero desértico, ubicados al norte, y otros elementos de las formaciones arborescentes de la costa al sur, pero sin pertenecer claramente a ninguna de esas unidades.

Ha sido fuertemente intervenida, y en algunos sectores el matorral ha sido completamente desplazado por praderas.

Matorral bajo desértico

26. Matorral bajo desértico mediterráneo andino de *Senecio proteus* y *Haplopappus baylahuen*.

Este piso corresponde a un matorral dominado por *Senecio proteus* y *Haplopappus baylahuen*, y la presencia de otros arbustos tales como: *Ephedra breana*, *Chuquiraga ulicina*, *Fabiana viscosa*, además de una serie de plantas herbáceas. Los autores indican que no hay muchos antecedentes de este piso, por lo que su presencia se ha deducido a

través de un chequeo de referencias indirectas, por lo que su composición florística podría ser muy inexacta.

Matorral espinoso

27. Matorral espinoso mediterráneo interior de *Trevoa quinquinervia* y *Colliguaja odorifera*.

Se trata de un matorral espinoso dominado por *Trevoa quinquinervia*, *Colliguaja odorifera* y *Schinus polygamus*, con presencia ocasional de *Quillaja saponaria*, *Lithrea caustica*, y en las zonas más altas, *Kageneckia angustifolia*. Entre los arbustos más comunes destacan *Proustia cinerea* y *Adesmia confusa*. En las zonas altas andinas se puede encontrar *Colliguaja integerrima*, *Tetraglochin alatum* y *Schinus montanus*. En las laderas de exposición norte dominan *Echinopsis chiloensis*, *Puya berteroniana*, y *P. coerulea* se encuentra en los sectores más altos.

Este piso se distribuye por las serranías bajas y medias de la Región de Valparaíso y sur de Coquimbo, entre los 100 y 1.400 m.

Matorral esclerófilo

36. Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo costero de *Peumus boldus* y *Schinus latifolius*.

Corresponde a un matorral arborescente dominado por especies esclerófilas tales como: *Peumus boldus*, *Schinus latifolius*, *Lithrea caustica*, *Cryptocarya alba* y *Azara celastrina*. Los arbustos más frecuentes son: *Bahia ambrosioides*, *Fuchsia lycioides*, *Podanthus mitiqui* y *Lobelia polyphylla*, entre otros. En los sectores con matorral, se encuentra *Bahia ambrosioides* y *Puya chilensis*, y en los matorrales arborescentes, *Pouteria splendens* está asociada a los roqueríos costeros.

Este piso se distribuye en las zonas litorales del norte de la Región de Valparaíso y sur de Coquimbo.

37. Matorral arborescente esclerófilo mediterráneo interior de *Quillaja saponaria* y *Porlieria chilensis*.

Se trata de una formación arborescente abierta dominada por arbustos altos o árboles como *Porlieria chilensis* o *Cordia decandra*, con algunos ejemplares de *Quillaja saponaria*, *Lithraea caustica* y *Colliguaja odorifera*. Este piso ha sido fuertemente intervenido, de modo que su estructura y composición florística se han transformado a un matorral abierto, con elementos introducidos desde el matorral desértico, como *Flourensia thurifera* y *Heliotropium stenophyllum*. En algunos casos incluso adopta la fisonomía de una pradera anual donde la vegetación leñosa ha sido completamente eliminada.

La distribución de este piso abarca el interior y laderas andinas de las regiones de Valparaíso y Coquimbo, entre los 500 y 1.500 m.

Bosque esclerófilo

39. Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus*.

Este piso corresponde a un bosque laurifolio dominado por las especies esclerófilas *Cryptocarya alba* y *Peumus boldus* y, en algunos casos, acompañadas por especies laurifolias como: *Dasyphyllum excelsum* y *Persea lingue*. Entre los arbustos se destacan: *Sophora macrocarpa* y *Lobelia excelsa*. El piso se caracteriza por la presencia de epífitas vasculares, como por ejemplo *Proustia pyrifolia* y *Cissus striata*, lo que revela el carácter de alta humedad. En este piso, la estructura y composición florística está determinada fuertemente por las condiciones de exposición, lo que puede generar situaciones muy distintas entre una ladera y otra. En zonas de exposición norte, dominan los matorrales de *Colliguaja odorifera*, con presencia de suculentas como *Puya berteroniana* y *Echinopsis chiloensis*. Por otra parte, en situaciones más húmedas como fondos de quebrada o bajos de ladera, es posible encontrar algunos árboles como *Beilschmiedia miersii* y *Crinodendron patagua*, arbustos como *Adenopeltis serrata* y *Senna stipulacea*. En algunos sectores incluso, se puede observar estas especies mezcladas con ejemplares de *Jubaea chilensis*.

Este piso se distribuye a lo largo de las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa de la Región de Coquimbo, Valparaíso y del Libertador Bernardo O'Higgins, entre los 200 y 1.200 m.

40. Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* y *Cryptocarya alba*.

Se trata de un bosque esclerófilo dominado por *Lithrea caustica*, con asociaciones de *Cryptocarya alba*, *Peumus boldus* y *Schinus latifolius*. Hay además, una presencia importante de arbustos esclerófilos tales como: *Colliguaja odorifera*, *Escallonia pulverulenta*, *Lobelia excelsa*, *Retanilla trinervia*, entre otras. Escasas son las herbáceas y las epífitas están prácticamente ausentes. Las laderas secas están dominadas por *Retanilla trinervia* y *Colliguaja odorifera*. También se asocia en algunos sectores a *Jubaea chilensis* y en algunas quebradas es posible encontrar bosques de *Aextoxicon punctatum*.

Este piso se ubica en las zonas bajas de la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa de las regiones de Coquimbo, Valparaíso y del Libertador Bernardo O'Higgins entre los 0 y 1.300 m.

Matorral bajo de altitud

109. Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de *Adesmia hystrix* y *Ephedra breana*.

Este piso corresponde a un matorral espinoso, xeromórfico, de coberturas mayores al 40%, dominado por arbustos como *Adesmia hystrix* y *Ephedra breana* que pueden superar el metro de altura, acompañados por el subarbusto *Viviania marifolia*. En el estrato herbáceo se destacan *Stipa chrysophylla* y *Cristaria andicola*, ambas de un alto valor de importancia.

La distribución de este piso abarca las laderas medias andinas de las regiones de Atacama y Coquimbo, entre los 2.700 y 4.000 m.

112. Matorral bajo mediterráneo andino, de *Chuquiraga oppositifolia* y *Nardophyllum lanatum*.

Se trata de un matorral bajo con cobertura vegetal que varía entre 20 y 40% dominado por subarbustos donde se destaca *Chuquiraga oppositifolia*, *Mulinum spinosum*, *Ephedra chilensis* y *Tetraglochin alatum*, entre otros. Las herbáceas perennes más frecuentes son: *Phacelia secunda*, *Tropaeolum polyphyllum* y *Argyria adscendes*.

Este piso se encuentra ampliamente repartido en las laderas altas de la Cordillera de los Andes, entre las regiones de Coquimbo y del Libertador Bernardo O'Higgins, entre los 2.000 y 2.600 m.

113. Matorral bajo mediterráneo andino de *Laretia acaulis* y *Berberis empetrifolia*.

Este piso corresponde a un matorral bajo dominado por subarbustos y plantas en cojín tales como *Berberis empetrifolia* y *Laretia acaulis*, respectivamente. Los componen también herbáceas como *Oxalis compacta* y gramíneas como *Poa hociformis*. Se evidencia una variación latitudinal, aumentando hacia el sur la importancia de elementos de los matorrales altoandinos de Coquimbo, pero manteniendo la homogeneidad de las especies dominantes a lo largo de su extensa distribución.

Este piso se distribuye entre el sur de la Región de Coquimbo hasta el norte de la Región del Maule, por las laderas occidentales de la Cordillera de los Andes, entre los 2.000 y 2.600 m.

Herbazal de altitud

118. Herbazal tropical andino de *Chaetanthera sphaeroidalis*.

Se trata de un desierto muy abierto, donde sólo es posible encontrar algunas herbáceas, generalmente en roseta, que crecen en las rocas, donde las condiciones de humedad y temperatura son más favorables que en los sectores expuestos. La especie más característica es *Chaetanthera sphaeroidalis*.

El piso se distribuye entre el sur de la Región de Antofagasta hasta el norte de la Región de Coquimbo, sobre los 4.300 o 4.500 m.

119. Herbazal mediterráneo andino de *Nastanthus spathulatus* y *Menonvillea spathulata*.

Corresponde a un desierto de altura muy abierto donde destacan las hierbas en roseta como *Menonvillea spathulata* y *Nastanthus spathulatus*, y gramíneas como *Hordeum comosum*. Las plantas crecen en rocas, donde están protegidas de los fuertes vientos y las bajas temperaturas.

La distribución del piso abarca sectores elevados de la Cordillera de los Andes, sobre los 3.300 m, entre el sur de la región de Coquimbo y la región del Libertador Bernardo O'Higgins.

2.3.6 Estado de los ecosistemas

De acuerdo a Squeo y Arroyo (2006), el área comprendida entre los 25° y 40° S, incluyendo la franja costera hasta los 19,5° S, contiene 3.429 especies de plantas, de las cuales 1.605 (equivalente al 48.8%) son enteramente restringidas o endémicas en su distribución a esta zona. Dicha característica permite según los autores, que en el año 2.000 Myers *et al.*, reconocieran a esta zona del país como uno de los 25 “World Biodiversity Hotspot for Conservation Priority”.

Dentro del “hotspot” chileno la Región de Coquimbo ocupa una posición central, ya que se trata de una zona de transición entre la región mediterránea y áreas más desérticas del norte. Particularmente, según Squeo *et al.* (2006) esta región posee 1.478 especies nativas, de las cuales 850 (57,5%) se encuentra en categoría de estado de conservación: Extinta (EX), En Peligro (EP) o Vulnerable (VU) o Fuera de Peligro (EP). 587 (39,8%) se clasifican como Insuficientemente conocidas (IC) y 41 (2,8%) como No Evaluadas (NE).

Los autores indican que en la Región de Coquimbo existen 140 especies consideradas Endémicas, de las cuales 69 (49,3%) están en categoría de conservación (2 EX, 14 EP, 19 VU y 34 FP), 65 (46,4%) clasificadas como IC y 6 (4,3%) NE. Las extintas corresponden a *Menodora linoides* y *Plazia cheiranthifolia*. Los autores indican además que de las 65 especie en categoría IC existen 23 de las cuales no hay registro los últimos 50 años, razón por la cual, las especies clasificadas como EX podrían eventualmente, llegar a 25.

Squeo *et al.* (2001) señalan además que la forma de vida arbórea presenta un 57,7% de las especies en las categorías EP y VU, las cactáceas un 25,9% y arbustos un 16,9%. Según los autores, la Región de Coquimbo reúne una variada gama de elementos biogeográficos, numerosos géneros que han experimentado radiaciones evolutivas significativos, y al mismo tiempo, comunidades relictas que contienen especies más típicas de los bosques del sur del país. Además, es posible encontrar en la región muchas especies representadas por sus límites norte y sur de distribución. A lo anterior, y sumado a una muy heterogénea geografía, serían los factores que determinarían el gran nivel de endemismo y la cantidad de especies susceptibles de reducción de hábitat.

A nivel de especies, Simonetti y Montenegro (1996) señalan que las principales amenaza a la sobrevivencia de las especies son de origen antrópico. Los usos son variados: Flor cortada o de exportación, como es el caso de algunas geófitas; cactus para cercos vivos (*Eulychnia acida*, *Echinopsis chiloensis*), maderas (*Echinopsis atacamensis* en la Región de Antofagasta), comestibles (algunas *Opuntia*, *Echinocactus* o *Echinopsis* para preparar fruta confitada) o coleccionistas de suculentas; obtención de taninos a partir de los frutos de *Balsamocarpon brevifolium*, y las propiedades medicinales en las raíces de *Krameria cistoidea*.

2.3.7 Representatividad de la vegetación en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE).

Luebert y Plischoff (2006) señalan que en la actualidad, el SNASPE cuenta con 145.061 km², que equivale al 19,2% de la superficie de Chile continental. De esta superficie,

aproximadamente 94.211 km² corresponden a alguno de los pisos vegetacionales que los autores describen en su libro Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. De esta superficie, 692 km² se encuentran en áreas totalmente reemplazadas por lo que la cobertura vegetal efectiva del SNASPE sería de 93.519 km² equivalentes al 12,35% de la superficie del territorio de Chile continental.

Al analizar la distribución de la protección, se hace evidente que existen áreas sobrerrepresentadas, especialmente al sur del país, mientras que hacia el norte, la superficie de protección es menor. Las zonas áridas, semiáridas y mediterráneas presentan las mayores amenazas, situación que ha sido descrita por diversos autores (Simonetti y Montengro, 1996; Luebert y Pliscoff, 2006; Pliscoff y Fuentes, 2008).

Respecto de la zona centro norte (Regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y el Maule), los autores Pliscoff y Fuentes (2008) analizan la situación actual de superficie protegida a través de los pisos de vegetación de Luebert y Pliscoff (2006), mediante la comparación de tres escenarios: SNASPE, que sólo considera la superficie protegida bajo el este Sistema; Actual, que incluye el SNASPE, Santuarios de la Naturaleza y Bienes Nacionales Protegidos, y Público-Privado, que refleja la suma de la protección pública y privada.

Los resultados obtenidos muestran que los escenarios SNASPE y Actual presentan muy baja o nula protección a lo largo de toda la zona, y tiene al menos 10 pisos de vegetación sin protección. Por su parte, el escenario Público-Privado muestra un notorio aumento de la superficie protegida a lo largo de toda la zona, sin dejar pisos vegetacionales sin representación. El sector andino de la Región de Coquimbo hacia el sur supera el 10% de protección en todos los pisos representados.

2.4 Uso pasado y productividad actual de la vegetación

Desde el punto de vista administrativo, la Región de Coquimbo, aunque no incluye toda la superficie, es la que mejor representa las características vegetacionales de la Región mediterránea árida. Tanto en la región ecológica como la administrativa la información relacionada con el manejo silvicultural es escasa, a pesar que existe un amplio uso de ellas, principalmente con fines combustibles y forrajeros.

Vita (1993) indica que las formaciones vegetacionales características de esta región son los matorrales bajos de arbustos. Este tipo de vegetación, en su mayoría, es afectada significativamente por el régimen anual de precipitaciones y se evidencia en años lluviosos, cuando se producen rebrotes vigorosos en la vegetación leñosa y estrato herbáceo. Esta situación se observó durante el desarrollo del estudio: en el control de los ensayos de intervención de especies en la R. N. Las Chinchillas en octubre de 2011, especies como *Bridgesia incisifolia* y *Flourensia thurifera* mostraron rebrotes vigorosos y una abundante floración. Al mismo mes del año siguiente, las mismas especies y la vegetación acompañante mostraron evidentes signos de marchitez.

Vita (1993) citando a Lailhacar *et al.* (1982), indica que, en zonas con precipitaciones entre 200 a 150 mm anuales (sur de la Región Mediterránea Árida) la producción promedio de forraje es de 0,7 a 1,2 t/ha/año, y dicho valor podría ascender a 3 o 4 t/ha/año en caso de realizar manejo de la vegetación.

Respecto al uso de la vegetación en esta región, Contreras y Gastó (1986) señalan que desde el punto de vista histórico se puede dividir en dos periodos: Prehispano e hispano. El primero de ellos se caracteriza por la presencia de habitantes de la cultura Diaguita, quienes sólo cultivaban en los valles bajo condiciones de riego. En cuanto a la ganadería, utilizaban los pastizales de gramíneas perennes de las terrazas litorales cercanas a los valles para el pastoreo directo de camélidos silvestres. Con una intensidad de utilización liviana a moderada, el ecosistema se conservaba sin deteriorarse.

Posteriormente, en el periodo hispano, el colonizador introdujo nuevas especies vegetales, animales y técnicas del cultivo, particularmente la agricultura de secano, que intensificó el uso de los recursos naturales.

Más adelante en el tiempo, el aumento de la población provocó desequilibrios en la productividad agrícola, y ya en el siglo XX, con la ganadería como actividad principal, la degradación de la vegetación hace necesaria la práctica de la transhumancia, especialmente hacia la Cordillera de los Andes. En este punto, una característica de la Región de Coquimbo, que además es un factor importante en el deterioro de la vegetación y el suelo, son las Comunidades Agrícolas. Este tipo de tenencia de la tierra, explicado en anteriormente en este capítulo, predomina la economía de subsistencia y a lo largo de años, ha generado un uso excesivo de la vegetación natural y el suelo.

De lo anterior, se desprende que el deterioro de la vegetación obedece principalmente a un factor antrópico, el cual, según Vita (1993) se reduce a tres acciones: cosecha de vegetación para combustible, cultivos agrícolas sensibles a la erosión y manejo inadecuado del ganado (forraje).

Otros usos de la vegetación que han causado menor impacto son la producción de madera para construcción o fabricación de utensilios, tinturas vegetales y producción de miel. En los últimos años, el desarrollo de proyectos inmobiliarios particularmente en el sector costero y la instalación de parques eólicos están teniendo algunos efectos sobre la vegetación natural. No obstante, las actuales normativas sobre conservación de recursos naturales condicionan medidas para mantener la vegetación.

A continuación se entregan algunos antecedentes de los usos mencionados anteriormente.

- Cosecha de la vegetación para combustible

Una de las principales causas de la destrucción de la vegetación en la Región de Coquimbo ha sido la extracción de la vegetación leñosa para uso industrial y doméstico (Vita, 1993). Según Castro y Bahamondes (1986), la minería destruyó la cubierta boscosa de esta región para la obtención combustible a tal punto, que incluso algunas mineras fueron abandonadas por falta leña y agua.

Benedetti *et al.* (2001), señalan que la leña sigue siendo un recurso energético fundamental en las Comunidades Agrícolas, que se obtiene en los terrenos de uso común y generalmente su extracción no está asociada ningún tipo de manejo o consideración para su conservación.

Sin embargo lo anterior, el nivel de extracción de vegetación para este fin ha disminuido producto de la existencia de nuevas fuentes de energía tanto a nivel industrial como doméstico. La electricidad, gas licuado, gas natural e incluso energías limpias, como la energía solar o eólica, han disminuido en forma considerable la presión sobre la vegetación, especialmente la de especies nativas, aunque su uso sigue siendo habitual en algunos sectores. Debido a esto, existen una serie de estudios respecto a especies y rendimientos de leña y carbón.

Sobre la obtención de combustible, Lailhacar *et al.*, (1995) en un estudio sobre el rendimiento de leña y recuperación al corte en diferentes especies del género *Atriplex*, realizado en el Centro Experimental Las Cardas, Región de Coquimbo, observaron que los rendimientos de leña están determinados por el hábito de crecimiento de cada especie. Los autores indican que las especies introducidas del género producen mayores rendimientos de leña que las nativas y la vegetación arbustiva local, considerando también, que esta producción corresponde a un subproducto del manejo forrajero de estas especies, situación que no se repite en las nativas leñosas. Las mejores especies productoras de leña son, en orden decreciente, *A. nummularia*, *A. halimus*, *A. undulata*, *A. atacamensis* y *A. canescens*, cuyos rendimientos promedios superan los 10 kg de materia seca por planta. En el caso de *A. nummularia*, la alta producción y buena densidad de la leña, permite la producción de carbón de buena calidad a partir de las ramas y troncos de mayor diámetro.

Respecto del corte, los autores indican que en el caso de las especies que presentan mayores crecimientos en altura, esta intervención permite estimular el rebrote basal y permite la cosecha de leña como subproducto del manejo.

Otras especies utilizadas para la producción de carbón, en la Región de Atacama son *Balsamocarpon brevifolium*, *Fabiana imbricata* y *Adesmia hystrix*, según Estévez *et al.* (2010). Los autores detectaron cuatro centros productivos de carbón en la Provincia de Huasco, donde trabajan 42 personas entre la extracción de leña hasta el traslado a los centros de comercialización. Para la producción de carbón se utilizaron aproximadamente 610.263 kilos de leña seca para producir 134.258 kilos de carbón el año 2007, considerando un cociente de peso carbón/peso leña seca de 0,22. Con un rendimiento de 1,15 ton/ha, se estima una deforestación de 530,7 ha de arbustos.

Díaz (2004), en su estudio sobre rendimiento volumétrico de un raleo de espino en la Región Metropolitana determinaron que la biomasa fustal promedio por árbol fue de 12 kg, considerando diámetros de rama superiores a 2 cm, y variaciones entre 2,3 a 81,1 kg/individuo. Por otra parte, Del Fierro (2001) en la Región de Coquimbo, obtuvo valores similares en cuanto a rendimiento promedio de leña seca para diámetros superiores a 3 cm, con valores que fluctúan entre 2,1 y 61,9 kilos, y un promedio de 22,3 kilos por individuo.

Otra especie muy utilizada como fuente combustible es *Prosopis chilensis*, algarrobo. Según Galera (2000) el algarrobo chileno se considera como leña de buena calidad, con 4.200 Kcal/kg, mientras que el carbón vegetal muestra un poder calorífico de 6.500 Kcal/kg.

- Cultivos agrícolas sensibles a la erosión.

Este tipo de cultivos se relacionan directamente con las comunidades agrícolas y sus sistemas de producción, que en muchos casos, corresponden a economías de

subsistencia (Vita, 1993; Castro y Bahamondes, 1986). Vita (1993) identifica tres tipos de uso del suelo en las Comunidades Agrícolas:

- Goce singular o hijuelas, que corresponden a los terrenos con mejores recursos, son de propiedad privada, se transfieren por herencia y generalmente se ubican cerca del lugar de residencia del comunero y su familia.
- Campo de uso comunitario, que es utilizado como terreno de pastoreo para ganado caprino y extracción de leña.
- “Lluvias”, son superficies que varían entre 5 y 15 ha, parte del campo común y en terrenos de secano, que son solicitados por los comuneros a la directiva de la comunidad para su usufructo privado.

Las lluvias son temporales y mientras son utilizados, la lluvia es cercada para evitar la entrada de ganado. Generalmente el cercado se realiza con cactus o construcción de pircas. Por ubicarse generalmente en las laderas de cerros, el riego depende de las lluvias anuales. Los cultivos más comunes de la lluvias son el trigo y, en menor medida, cebada, comino y maíz. El comunero explota las “lluvias” a su cargo hasta que considere que no son productivas, en ese caso, el cerco es levantado y el terreno vuelve a ser parte del campo común y por lo tanto volverá a ser utilizado para el talaje de los animales de la comunidad, permitiendo al comunero solicitar una nueva “lluvia”. La repetición continua de este proceso desgasta progresivamente el terreno de la comunidad, siendo el origen de procesos erosivos en esta zona (Castro y Bahamondes, 1986; Benedetti *et al.*, 2001).

Vita (1993) señala que este tipo de cultivos son el tipo de explotación que más incide actualmente en la degradación del ecosistema en la Región de Coquimbo.

- Manejo inadecuado del ganado y producción de forraje

En zonas de secano, la ganadería se sustenta básicamente en caprinos y ovinos, manejados en forma extensiva. En la Región de Coquimbo, el ganado caprino es fundamental desde el punto de vista económico y social y la masa total es difícil de determinar, debido a que su número depende de las precipitaciones de cada año. El principal producto derivado de la ganadería es la leche de cabra con la que se elabora queso artesanal, además se comercializa la carne, fresca o deshidratada y cuero (Benedetti *et al.*, 2001).

Meneses y Squella (1988), indica que a 18 meses desde el establecimiento, *Atriplex repanda* tiene una productividad de 5,02 Kg de materia seca por hectárea, mientras que *Atriplex coquimbensis* en el mismo periodo alcanza 5,1 kg de materia seca por hectárea, según estudios realizados por INIA en Los Vilos.

En un estudio realizado por Correa (1992) sobre producción y calidad de forraje de *Atriplex repanda* y *A. nummularia*, éste determinó que el suelo explica el 80% de la variabilidad de rendimiento de forraje para estas especies. El autor indica también que *A. repanda* posee mayores porcentajes de proteína bruta, pero es mayor la producción de proteína por planta en *A. nummularia* debido a su mayor producción.

Por otra parte, Azócar *et al.* (2001), evaluaron el efecto de la poda en la producción de forraje de rumpiato (*Bridgesia incisifolia*), a través de la aplicación de cuatro tratamientos: O (sin poda) y 10, 20 y 40 cm de altura en el Centro Experimental Agronómico Las Cardas, en la Región de Coquimbo. La poda más eficaz fue a los 20 cm de altura, con

una productividad forrajera de 39 g por planta en ejemplares de menos de 50 cm (antes de la poda) y 101 g por planta en individuos de mayor tamaño (sobre los 50 cm). Estos resultados se traducen en un aumento en la producción de forraje de esta especie de 29% y 98%, considerando precipitaciones superiores a 150 mm anuales.

Por otra parte, *Prosopis chilensis*, destaca por el valor forrajero de sus frutos, hojas y ramillas que son apetecidas por el ganado y fauna silvestre. Hojas y ramillas poseen un alto valor nutritivo y contienen entre 13,5 y 18,3% de proteínas, 19,9% de fibras y cerca de 10% de cenizas (Galera, 2000).

Los frutos de la misma especie contienen entre un 25 y 28% de glucosa, 11 a 17% de almidón, 7 a 11% de proteínas, además de hierro, calcio, son de bajo tenor graso y buena digestibilidad. Son fuente de forraje y pueden ser consumidos directamente o almacenados para complementar la dieta de los animales en periodos críticos. Aunque la producción de frutos en algarrobo es variable, Galera (2000) estima que un individuo puede producir en promedio entre 20 a 60 kilos de frutos, mientras que Vita (1993) cita a Contreras (1983) quien determina para los frutos de *Prosopis chilensis* un rendimiento de 25 kg/árbol.

- Otros usos de la vegetación

En la Región de Coquimbo una de las especies nativas que destaca por la madera es *Porlieria chilensis* (guayacán). La madera de guayacán ha sido fuertemente utilizada en el pasado como combustible, fabricación de herramientas y artesanía. En el caso de la artesanía un ejemplo destacado es la fabricación de figuras como la Virgen de Andacollo en la Región de Coquimbo. Actualmente, la fabricación de artesanía es el uso más común de esta especie, y otros autores señalan que también es usada como ornamental y apícola (Vita *et al.*, 2008; Ríos, 2004).

En un estudio sobre las características macro y microscópicas de la madera de guayacán, Rallo *et al.* (2007), indican que esta especie muestra un veteado muy decorativo, debido a un duramen de color café verdoso en contraste con la albura de color amarillento. Presenta una densidad aproximada de 1,035 g/cm³, por lo que es considerada una madera muy pesada y dura, razón por la cual su uso se asocia a la artesanía y fabricación de utensilios de gran resistencia. Desde el punto de vista microscópico, la presencia de algunas características como parénquima apotraqueal difuso en agregados y radios leñosos difusos, uniseriados muy bajos con disposición estratificada, indican según los autores, un alto grado de especialización en su estructura anatómica.

Por su parte, la madera seca de *Prosopis chilensis*, algarrobo, es dura, pesada y fuerte. El duramen es de color café oscuro, con visos rojizos, de grano irregular, veteado suave y de brillo no muy intenso. Presenta una densidad aparente en estado seco de 800 a 920 kg/m³ aproximadamente. El duramen es resistente a la pudrición y otros daños, pero la albura presenta mayor sensibilidad al biodeterioro (Galera, 2000).

Es utilizada principalmente para: carpintería de obra, construcción de marcos, puertas, ventanas, parquet, construcción de viviendas, embarcaciones, postes, carpintería fina, fabricación de muebles, platos, utensilios, cajas, adornos. Se menciona también la utilización de la madera en la infraestructura de la actividad agropecuaria, mediante la fabricación de vigas postes y varillas.

Otros usos de algarrobo chileno que destaca Galera (2000) son: como especie ornamental, por la sombra que produce, amplia copa y elegante follaje; las raíces como colorante, debido a un compuesto denominado ácido algarrobitánico, que al oxidarse, da tintes de color negro, gris, pardo, castaño pálido, tanto a lanas como a algodones.

La corteza, con contenidos de 6,1% de saponinas y 10,2% de taninos, también es usada como colorante de fibras naturales.

2.5 Manejo silvicultural en la vegetación nativa

2.5.1 Antecedentes generales de la silvicultura en zonas mediterráneas

Como se ha explicado a lo largo de este capítulo, la vegetación de la Región de Coquimbo ha sido sometida a una intensiva explotación tanto del suelo como de los recursos vegetacionales. La obtención de combustible para el desarrollo de la actividad minera desde el siglo XIX, y a un nivel diferente pero no menos perjudicial, los requerimientos de combustible y cultivos de la población local, por ejemplo las comunidades agrícolas, han provocado que un proceso de desertificación en las zonas áridas y mediterráneas del país.

Vita (1997) indica que una forma efectiva y realista de revertir los procesos de degradación del suelo es mediante un manejo sostenible de los recursos agropecuarios y forestales, tratando de conciliar las causas del deterioro de los ecosistemas con las actividades de manejo. En este sentido, el autor destaca que existe una diferencia fundamental en la silvicultura tradicional y de zonas mediterráneas o áridas. Esta diferencia radica en las condiciones en que se desarrolla, debido a que la menor precipitación y la irregularidad de ésta en las zonas mediterránea árida, impide la obtención de madera de alta calidad o grandes volúmenes de biomasa.

El mismo autor, señala que en las zonas de secano, las necesidades de la población local son principalmente la satisfacción de necesidades básicas: alimentación, combustible para cocinar y calefaccionar, y obtención de productos para el mejoramiento de la infraestructura agrícola. En todos esos casos, la silvicultura puede contribuir a satisfacer estas necesidades con la producción de forraje para los animales, leña y madera.

En el caso particular de la silvicultura en zonas mediterráneas, Vita (1993) indica, que al igual que en zonas más húmedas, un principio básico es que la explotación final, para obtener el producto deseado, debe coincidir con la regeneración del rodal.

Por su parte, las cortas intermedias, aunque son las mismas que se aplican en la silvicultura tradicional, difieren en la importancia relativa de algunas de ellas, por ejemplo, las podas para la obtención de productos intermedios, como corteza.

El autor señala que, en todos los casos, la vegetación natural se presenta en forma irregular, debido a las variaciones ambientales y el factor antrópico. Sin embargo, en la zona mediterránea, la irregularidad se ve acentuada por efecto de otros factores, por ejemplo, la sensibilidad de la vegetación a la fisiografía. Esto requiere que las intervenciones silviculturales en un bosque sin manejo previo consideren una fase transitoria que permita pasar de un estado irregular a una situación "normal". Esta

“normalidad” significa la constitución de rodales homogéneos a nivel de unidades silviculturales.

Vita (1993) también destaca como una particularidad de la silvicultura mediterránea la presencia de ganado en terrenos forestales, lo que implica consideraciones especiales en la aplicación de los tratamientos silviculturales. El autor indica que el rasgo más característico de la silvicultura mediterránea es la dificultad en la obtención de la regeneración por semillas, debido a las condiciones ambientales. Lo anterior, implica que en la mayoría de los casos, la regeneración se obtiene por vía vegetativa.

2.5.2 Ordenación

Se entiende por ordenación la organización en el espacio y el tiempo de las intervenciones silviculturales con el propósito de controlar la producción, optimizarla y asegurar su persistencia (Vita, 1993). La unidad básica para desarrollar un plan de ordenación es el cuartel o serie, que el autor define como áreas autosuficientes para la producción de bienes y servicios en forma permanente, y donde se aplica un tratamiento silvicultural en específico. Al tomar como base la vegetación forestal, la unidad de ordenación quedará definida por el tipo vegetacional al que se aplicará el mismo tratamiento silvicultural.

El autor destaca que si la superficie del predio donde se realizará la ordenación es grande y el producto objetivo es de valor, el tipo forestal se puede dividir en varias unidades de ordenación, cada una con su propio plan de manejo. En esta situación se hace la diferencia entre cuartel y serie, siendo el primero el tipo forestal o la unidad mayor, mientras que la serie correspondería a unidades de ordenación menores.

Por otra parte, la unidad básica silvicultural corresponde a la parcela o rodal, que es la superficie donde se realizan la totalidad de las intervenciones silviculturales en un momento dado, generalmente un año. Estas áreas deben poseer cierta homogeneidad dada por factores ecológicos y productivos.

En la Quebrada de la Plata, Tapia (2005) determinó 275 unidades homogéneas en cuanto a formación vegetal, especies dominantes y grado de artificialización. El autor indica que este resultado difiere en forma considerable con otros estudios realizados en la zona, sin embargo, esta diferencia se explica por el uso de una escala de trabajo de 1:5.000, que corresponde al doble de la escala usada en estudios anteriores. También sugiere que la diferencia sea un efecto de los cambios que ha sufrido la vegetación desde la fecha en que se realizaron los anteriores estudios, es decir, se ha producido una mayor diversificación de la vegetación, debido a condiciones naturales o la acción antrópica, particularmente por el ingreso de ganado o los incendios. En sus resultados, Tapia (2005) determinó que el tipo fisionómico que ocupa la mayor superficie es el matorral, con un 73,6% de la superficie. Por su parte, los bosques, con una representación del 22,5% se ubican fundamentalmente en exposición Sur, y corresponden a bosques de *Acacia caven*, *Lithraea caustica-Quillaja saponaria* y *Quillaja saponaria*.

El trabajo más completo realizado en la Región de clima mediterráneo árido corresponde al Plan de Ordenación con fines energéticos y forrajeros en la Cuenca Los Rulos, Comuna de Canela, realizado por Omar Plevich (1999). Este plan de ordenación tiene la misma estructura aplicada en los bosques de más al sur, pero con las particularidades propias de un ambiente árido.

2.5.3 Etapas del manejo silvicultural

Vita (1997) identifica tres etapas en el proceso del manejo silvicultural, estas son: determinación de la estructura de manejo, formulación de las estrategias para obtener la estructura meta y aplicación de los tratamientos silviculturales. Cada de una de las etapas de describen a continuación.

- Determinación de la estructura de manejo

Para realizar manejo silvicultural en una formación vegetal se requiere como primer paso, definir la estructura adecuada para que dicha formación permita cumplir con los objetivos de manejo (Vita, 1997). Definir la estructura implica también, determinar la composición y la densidad de la formación vegetal.

Las estructuras más comunes en zonas áridas y semiáridas son:

- ✓ Monte alto regular, que corresponde a aquellos rodales donde los ejemplares tienen la misma edad o clase de edad. El último caso se produce cuando el periodo de regeneración es prolongado, originando diferencias de edad en la parcela de 20, 30 o más años. Se recomienda para fines agroforestales, recreacionales o donde exista alto riesgo de incendios forestales. Puede tener diversos niveles de densidad y estar formada por uno o más estratos y su principal ventaja es la facilidad de la gestión (Vita, 1993; Vita, 1997; Vita, 2007).
- ✓ Monte alto irregular. Esta estructura es habitual en estados climácicos o etapas avanzadas de la sucesión. Es apropiada para objetivos paisajísticos, producción de agua, protección de laderas y manejo de cierta clase de fauna silvestre, pero no es compatible con el pastoreo. Su gestión es más compleja; por lo tanto sólo se recomienda para situaciones donde no es posible aplicar otras alternativas (Vita, 1993; Vita, 1997; Vita, 2007).
- ✓ Monte bajo, esta estructura es adecuada cuando el objetivo de manejo es la producción de madera de pequeñas dimensiones, por ejemplo, leña, carbón, postes, polines, o productos forestales no madereros tales como hojas medicinales, forraje, aceites, etc. También se recomienda en aquellos casos en que la baja capacidad de producción de un rodal no permita la obtención de madera de alta calidad. Es posible distinguir tres tipos de monte bajo: regular, irregular y adhesionado. El primero corresponde a la estructura más simple y característica para la producción de madera, que se caracteriza por la presencia de varios retoños por tocón, mientras que el segundo, es más complejo y consiste en tener sobre cada tocón retoños de diferentes tamaños y edades. Este caso es aconsejable para la producción por ejemplo, de hojas medicinales. Por otra parte, el monte bajo adhesionado, se caracteriza por que el rebrote emerge de una cepa de dos o más metros de altura. Esta estructura es adecuada para fines agrosilvopastoral o silvopastorales, y es característico en algunas comunidades agrícolas de la Región de Coquimbo (Vita, 1993; Vita, 1997; Vita, 2007).

- ✓ Monte medio. En este caso, la estructura se relaciona con la obtención de diversos productos o fines, generalmente se aplica en rodales de baja cobertura. Su gestión es más compleja que los casos anteriores y es adecuada para propiedades pequeñas (Vita, 1993; Vita, 1997; Vita, 2007).
- ✓ Estrato arbustivo simple, esta estructura corresponde a formaciones donde predominan los arbustos, por lo tanto, es adecuada para la producción de forraje, leña u otros productos forestales no madereros, especialmente de zonas más áridas.
- ✓ Estrato arbustivo con estrato arbóreo. Difiere de la estructura anterior, por la presencia de ejemplares arbóreos aislados o distribuidos en bosquetes, cuya cobertura en general no supera el 20%. Es apropiada para mejorar la producción ganadera o para sistemas silvopastorales.
- ✓ Estructura indefinida. En este caso, la estructura replica la situación natural, sin asimilar ninguna de las características descritas anteriormente. Es adecuado cuando los objetivos de manejo son de tipo paisajísticos o recreacionales.
- Formulación de estrategias para obtener la estructura meta

Esta etapa corresponde a la definición de los mecanismos que permitirán alcanzar la estructura deseada para la formación vegetal a manejar (Vita 1997). Dichos mecanismos son:

- ✓ Mantenimiento de la estructura actual. En este caso, si la formación leñosa presenta al inicio del manejo una estructura adecuada, las intervenciones silviculturales se orientarán a modificar la composición y el mejoramiento de las condiciones de crecimiento de los ejemplares seleccionados (Vita, 1997). Las más habituales son de monte bajo a monte alto, de monte alto a monte bajo y de monte alto irregular o de estructura indefinida a monte alto o bajo regular.
- ✓ Conversión. Si al inicio del manejo, la estructura que presenta la formación leñosa no es la adecuada, se aplica una conversión (Vita, 1997).
- ✓ Sustitución. Se aplica sustitución cuando ninguna de las especies presentes en una formación es interesante desde el punto de vista de los objetivos de manejo. Esta operación se puede realizar con especies nativas o exóticas. En ejemplo de sustitución con especies nativas ocurre en una pradera arbustiva simple constituida por diversas especies sin valor forrajero que es transformada en una plantación de *Atriplex repanda*. Una sustitución requiere la aplicación de una tala rasa total, parcial, bajo abrigo vertical, u horizontal (Vita 1997).
- ✓ Enriquecimiento. En los casos de mantener la estructura actual y conversión, es posible proceder a un enriquecimiento, que consiste en una siembra o plantación con especies nativas o exóticas. Se diferencia de la sustitución en que no modifica significativamente la composición del área, y su objetivo es mejorar la composición de una formación.
- Aplicación de tratamientos silviculturales

En una formación sin manejo previo la aplicación de los tratamientos silviculturales permite dar cumplimiento a los objetivos de producción. El tipo de tratamientos a aplicar dependerá de las condiciones en que se encuentre la formación y la estructura final (Vita, 1996).

Los tratamientos más comunes en zonas áridas y mediterráneas son:

- ✓ Regeneración. En bosques y matorrales esclerófilos, Vita (1993) señala que la regeneración se realiza con los siguientes métodos:
 - Por semillas: Ya sea mediante árboles semilleros (la regeneración se establece entre las áreas de proyección de la copa) o bajo la protección de copas. Este método de regeneración debe considerar una preparación del sitio, y en algunos casos, la mantención de arbustos que cumplan una función de planta nodriza. Sin embargo, Vita et al. (2008) señalan que este tipo de regeneración es prácticamente inexistente en las zonas áridas y semiáridas.
 - Vegetativa: Corresponde al rebrote del tocón que se produce después de la corta. Vita (1997) indica que excepto la palma chilena, todas las especies arbóreas y arbustivas nativas de las zonas áridas y semiáridas de Chile son capaces de rebrotar de tocón. Se podría señalar que una desventaja de este tipo de regeneración es que no permite la instalación de nuevos ejemplares, más allá del lugar donde se encuentra el individuo en el momento de la corta (Vita et al., 2008).
 - Regeneración mixta. Se realiza para optimizar las ventajas y disminuir los inconvenientes de cada mecanismo, tratando de obtener la máxima cantidad de plantas por semilla combinado con un rebrote de cepa.

Estudios realizados con *Acacia caven* en la Región de Coquimbo, muestran que la especie presenta muy buena capacidad de rebrote, especialmente en ejemplares con diámetros basales menores a 20 cm. De acuerdo a Vita et al. (1999) esta situación puede ser explicada por la disminución del vigor en ejemplares sobre un cierto diámetro, que indique el inicio de una etapa de desarrollo de envejecimiento. Otros resultados que muestran estas investigaciones indican que los ejemplares plurifustales con corta total, es decir, en aquellos donde fueron cortados todos los vástagos, en comparación con la corta parcial, donde sólo se cortaron la mitad de los vástagos de cada ejemplar, muestran mejores resultados en cuanto a cantidad de rebrotes. Además, se observa que el mayor porcentaje de rebrote se produce a partir de yemas epicórmicas y, en menor medida, por yemas adventicias y del lignotuber (González, 2000; Del Fierro, 2001).

Para *Porlieria chilensis* en la Región de Coquimbo, Vita et al. (2008) señalan que la especie presenta una alta capacidad de regeneración vegetativa como mecanismo de adaptación a las condiciones de sequía y perturbaciones asociadas, mientras que la regeneración por semillas es difícil de encontrar por el elevado grado de erosión de los suelos donde está presente. Los autores indican también que, de acuerdo a estudios realizados por CONAF, la ejecución de zanjas en los alrededores de los ejemplares de guayacán permite promover la regeneración natural vegetativa a partir del corte de raíces, permitiendo, de este modo, la cobertura de la especie a nivel de claros.

- ✓ Cortas intermedias. Corresponde al tratamiento de ejemplares inmaduros y su objetivo es mejorar las condiciones de crecimiento de los ejemplares a cosechar o dar cumplimiento a los objetivos de manejo que no consideren la producción de biomasa. La aplicación de estos tratamientos en algunos casos permiten la obtención de productos secundarios antes de la cosecha final (Vita, 1997). El autor menciona los siguientes tipos de corta:
 - Limpias: corresponde a limpieza del sotobosque, sin embargo, en situaciones más áridas, no siempre son necesarias, excepto en años de altas precipitaciones que puedan favorecer la plántulas provenientes de semillas.
 - Clareos: Se realizan en los primeros años de desarrollo de un rodal y consisten en la disminución del número de ejemplares para que los restantes dispongan de mayor espacio y aceleren su crecimiento diametral (Vita, 1996). En zonas áridas se aplican en el rebrote de cepa, luego de una regeneración vegetativa proveniente de tocón (Vita *et al.* 2008).
 - Cortas de liberación: Se aplican para eliminar la competencia vertical producida por ejemplares de otras especies que inicialmente pueden haber cumplido funciones de protección.
 - Corta de mejoramiento: Similar al caso anterior, pero se aplica en estados más avanzados del ejemplar que se desea proteger.
 - Raleo: Son cortas intermedias que se realizan en estados de desarrollo más avanzados (sobre 10 cm de DAP promedio o sobre los 8 metros de altura) (Vita, 1993). Se aplican por ejemplo, en la conversión de monte bajo o medio a monte alto.
 - Corta sanitaria: Se aplica en ejemplares atacados por alguna plaga, por ejemplo, quitral.
 - Poda: corresponden a las cortas intermedias más características de la silvicultura en zonas áridas y semiáridas. Se utilizan en árboles y arbustos para modificar su arquitectura según los objetivos de manejo.
 - Extracción de corteza: Este tipo de corta también es propia de la silvicultura de zonas áridas y semiáridas, y consiste en la extracción de corteza de árboles en pie.

Respecto de las cortas intermedias en la Región de Coquimbo, Díaz (2004) realizó un estudio sobre el rendimiento volumétrico proveniente de un raleo de espino en la Región Metropolitana, en un bosque con estructura de monte bajo irregular que concentra la mayor cantidad de individuos en estados de desarrollo juveniles. Se aplicó un raleo extrayendo el 46% del área basal, produjo un mejoramiento de la sanidad del bosque, disminuyendo el porcentaje de individuos de mala sanidad en entre un 43 a 45%, generando un volumen de 8,6 m³/ha y 8.347 kg/ha de biomasa fustal. Además, la autora indica que la biomasa total se incrementa al aumentar la clase diamétrica. Sin embargo, la participación porcentual por componente por corteza, albura y duramen varía según la

clase diamétrica del individuo, el duramen aumenta abruptamente. La corteza, en cambio, disminuye de manera suave y tendiendo más bien a la estabilización.

En el bosque Fray Jorge, Vita y Hernández (2004) evaluaron el efecto de intervenciones silviculturales en Olivillo, mediante el establecimiento de dos tipos de ensayos, el primero se aplicaron intervenciones silviculturales con el objetivo de controlar el yelmo (*Griselinia scandens*) a nivel de sotobosque y de copa de los árboles, donde provoca una fuerte competencia por luz, agua y nutrientes. Mientras que el segundo ensayo consistió en la aplicación de intervenciones tales como raleo, cortas sanitarias y limpias de sotobosque. En este caso, las intervenciones se evaluaron utilizando la metodología de los brotes de crecimiento, instalados en la copa de los ejemplares, y a nivel de suelo, mediante el surgimiento de nuevas plántulas. Se obtuvo como resultado en ambos ensayos, que a partir del primer trimestre las parcelas intervenidas mostraron mejor crecimiento de los brotes que las parcelas testigo. Asimismo, se obtuvo producción de regeneración natural por semillas de Olivillo y de otras especies asociadas.

Se demostró también que la aplicación de las intervenciones tuvo un efecto favorable en la condición degradada del bosque de Fray Jorge, a través de un mejoramiento significativo en el crecimiento de los árboles adultos y la producción de la regeneración natural bajo dosel de las especies leñosas.

Por otra parte, en un estudio donde se aplicaron podas y clareos en ejemplares camefitizados, arbustivos, plurifustales y monofustales de *Porlieria chilensis*, se demostró que los ejemplares intervenidos presentaron mayor biomasa foliar y vigor que los ejemplares testigo, lo que podría determinar un mayor crecimiento de éstos ejemplares en el futuro. En los primeros años del estudio, los individuos de tipo camefitizado y arbustivo mostraron las mayores elongaciones de brotes, sin embargo, cuatro años después de aplicadas las intervenciones, los mayores incrementos en la longitud de los brotes se observaron en los individuos de tipo plurifustal y monofustal. En este estudio se observó también el efecto de las precipitaciones en la biomasa foliar de guayacán, ya que la intensa sequía producida entre los años 2005 y 2008 produjo una disminución de las hojas tanto en ejemplares intervenidos como testigo (Vita *et al.*, 2008; González, 2008).

3. OBJETIVO 3: Determinar mecanismos generales sobre la dinámica natural y regeneración de dichos tipos.

3.1 Antecedentes generales sobre la dinámica de la vegetación

De acuerdo a Gallardo y Gastó (1987) un ecosistema que crece en un ambiente constante, alcanzando un máximo, y persiste en un estado de equilibrio con el medio, se encuentra en un estado de clímax o estado climácico.

Por otra parte, los autores señalan que las comunidades vegetales presentan transformaciones, que son espontáneas y graduales: cuando estas transformaciones ocurren en áreas que no han sido ocupadas previamente, se denomina sucesión primaria. Por otro lado, se denomina sucesión secundaria al proceso que se inicia en una comunidad al finalizar la acción de un operador natural o antrópico de retrogradación.

Respecto de las alteraciones que sufren los ecosistemas, Gajardo (1994) señala que la “vegetación natural potencial” correspondería a la vegetación que existiría en un área determinada al suspender de forma permanente la acción del hombre en dicha superficie, pero integrando las modificaciones que su actividad ya ha producido.

La vegetación de la Región de Coquimbo ha sido intensamente explotada, principalmente con fines de obtención de combustible tanto por la minería como por la población que ha habitado la región. Esta alteración ha provocado cambios en la vegetación y según Gajardo (1981) la Región de los Matorrales y Bosques Esclerófilos ha sido una de las que ha sufrido más intensamente el impacto del hombre, desapareciendo muchas especies, disminuyendo otras tantas, alterando las características del suelo y favoreciendo a aquellas especies como el espino, que muestran vigorosos rebrotes de tocón o raíces.

En la Región Mediterránea Árida se han realizado algunos estudios de la dinámica de la vegetación, que para fines de este estudio se resumirán en tres sectores: costero, interior y andino.

En el sector costero, Luebert y Pliscoff (2006) identifican cinco pisos vegetacionales que abarcan desde el sur de la Región de Atacama hasta el Norte de la Región de O’ Higgins, en formaciones de tipo matorral desértico, matorral esclerófilo y bosque esclerófilo ubicadas desde el nivel del mar hasta las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa a unos 1.300 metros de altitud. Según las condiciones de humedad, exposición y posición topográfica, la vegetación varía desde herbáceas perennes hasta bosque esclerófilo en quebradas y situaciones más favorables.

La dinámica de la vegetación en esta zona está asociada a los efectos antrópicos, pérdida de la cobertura vegetal y degradación de las formaciones originales. En este sentido, mientras el matorral en muchos casos ha perdido su composición y ha sido desplazado

por praderas, las áreas con condiciones más favorables y donde las condiciones permitirían el desarrollo de formaciones boscosas, las perturbaciones han permitido la entrada de elementos de tipo matorral, e incluso de tipo desértico.

Para este sector, Rosenmann (1983) indica que las condiciones climáticas y edáficas permiten el desarrollo de especies arbóreas potencialmente climácicas, que en la actualidad sólo se encuentran en forma relictual, hallándose la mayor parte de las formaciones en estados regresivos y muy alejadas de los estados climácicos (Gastó y Contreras, 1979, citado por Vita, 1993; Rosenmann, 1983; Ramírez *et al.*, 1992; Luebert y Pliscoff, 2006).

En la zona interior, Luebert y Pliscoff (2006) ubican cinco pisos vegetales, en las formaciones matorral desértico, matorral espinoso y matorral esclerófilo. Se ubican a lo largo de la Región de Coquimbo, entre los 300 y 2.300 metros de altitud aproximadamente. En el general, el área corresponde a un matorral alto, compuesto por arbustos esclerófilos o espinosos, hasta una formación arborescente de arbustos altos, cuya principal característica es el alto nivel de degradación, encontrándose en algunos casos que la vegetación leñosa ha sido completamente eliminada. En este sector, destaca el piso Matorral desértico mediterráneo interior de *Heliotropium stenophyllum* y *Flourensia thurifera*, por la presencia del Bosque de Fray Jorge. Además, en este sector aparecen las especies consideradas en el estudio: *Cordia decandra*, *Flourensia thurifera*, *Bridgesia incisaefolia* y *Prosopis chilensis*.

Los autores indican que la mayor parte de la vegetación actual se encuentra en fases regresivas o degradadas de matorral arborescente o formaciones boscosas esclerófilas. En áreas con mayor degradación, la pradera es dominada por *Gutierrezia resinosa*, para luego permitir la entrada de *Flourensia thurifera* en fases medias de la sucesión y en estados avanzados, *Cordia decandra* en sectores más áridos y *Porlieria chilensis* en zonas más húmedas (Gastó y Contreras, citado por Vita, 1993; Luebert y Pliscoff, 2006).

Finalmente, para el sector andino, Luebert y Pliscoff (2006) ubican 6 pisos vegetales, en formaciones de tipo matorral bajo desértico, matorral bajo de altitud y herbazal de altitud, compuestos principalmente por arbustos bajos, plantas en forma de cojín y herbáceas en forma de roseta, en general de baja cobertura que se encuentra en altitudes entre 1.800 hasta 4.500 metros. Debido a la altitud en que se ubican, las condiciones de temperatura, viento, radiación son extremas y determinan la fisonomía de la vegetación. Algunas especies cumplen la función de planta nodriza, siendo éstas posiblemente las colonizadoras en terrenos descubiertos.

3.2 Observaciones de terreno respecto a la regeneración natural por semillas

Durante la fase de instalación y evaluación de los ensayos de intervención de especies y plantaciones se efectuaron observaciones generales respecto a la regeneración natural de las especies leñosas consideradas en el estudio.

Carbonillo en la Reserva Nacional Las Chinchillas y en la Hacienda El Tangué mostró una abundante producción de frutos, sin embargo, en ambos sectores no se observó regeneración natural por semillas. En la Reserva, los frutos son consumidos por la fauna local y esta situación puede influir en la nula regeneración que se observó. En la Hacienda El Tangué, el área de ensayo fue cercada, pero el cerco fue encontrado abierto en varias

ocasiones, lo que permitió la entrada de ganado de tipo caprino u ovino. Por otro lado, el cerco no evita la entrada de fauna local o animales de menor tamaño, que también podrían consumir los frutos de carbonillo en este sector.

Respecto de la ubicación, se evidencia la presencia de la especie principalmente en laderas de exposición norte y en estados climáticos, tal como señala Rosenmann (1983).

En la Reserva Nacional Las Chinchillas, carbonillo comparte hábitat con rumpiato, cactáceas, varilla brava y espino, éste último sólo en el fondo de quebradas, mientras que en la Hacienda El Tangué las principales acompañantes son *Porlieria chilensis*, *Heliotropium stenophyllum* y cactáceas

Los ensayos de algarrobo se ubicaron en una formación natural y una plantación, en ambos casos, los ensayos estaban cercados. Aunque la fructificación no fue abundante en ninguno de los dos sectores, se observó mayor cantidad de frutos en la plantación. A pesar de lo anterior, en ningún caso se observó regeneración natural por semillas.

De acuerdo a las observaciones de terreno y a la experiencia de los autores, algarrobo es una especie que se puede comportar como pionera, colonizando terrenos abandonados, constituyendo estados de equilibrio estable en lugares alejados del mar en fondos de quebradas, depresiones o lugares bajos en general, compartiendo en ocasiones hábitats similares con espino. Observaciones realizadas cerca de Vicuña se aprecia la presencia de ejemplares sobremaduros de algarrobo en sectores más accesibles, en tanto que en sectores más alejados predominan ejemplares más jóvenes, lo que podría indicar, en estos últimos, un proceso de colonización más reciente.

De las especies arbustivas que fueron parte de los ensayos, ambas en la Reserva Nacional Las Chinchillas, rumpiato, al igual que carbonillo, mostró abundante fructificación y sus frutos también son parte de la alimentación de la fauna local, como ratones y chinchillas. Por su parte, en varilla brava no se observó una fructificación tan abundante como en otros casos y tampoco se observó regeneración natural por semillas.

La nula regeneración que se observó en las especies consideradas en los ensayos, no es una situación del todo extraña, debido a que la bibliografía consultada se indica que las especies de ambientes más extremos presentan una baja regeneración de este tipo, siendo más común la regeneración de tipo vegetativa.

Es necesario destacar también, que en la Región de Coquimbo se encuentra sometida a una de las peores crisis hídrica de los últimos 100 años, siendo la Provincia de Limarí una de las más afectadas. Además de las bajas precipitaciones, las temperaturas del verano fueron más bajas de lo normal, retrasando la cosecha de cultivos pisqueros y prolongando el periodo reproductivo de los cultivos, lo que implica una mayor demanda de agua para riego (INIA, 2013).

4. OBJETIVO 4: Establecer protocolos para la propagación de las principales especies de los tipos definidos.

4.1 Recepción de semillas

Las semillas fueron obtenidas mediante un proveedor local, quien se encargó de la colecta, almacenamiento y envío hacia el Laboratorio de Análisis de Semillas y Cultivo de Tejidos del Jardín Botánico Chagual de Santiago, donde se realizaron los análisis.

Para lo anterior, se le entregó al proveedor un protocolo con los pasos a seguir para asegurar que las semillas se recibieran en las condiciones adecuadas para desarrollar los estudios de laboratorio.

Las semillas se colectaron en la IV Región y el Laboratorio las recibió el 24 de febrero de 2011. Las especies y cantidades recibidas se indican en el Cuadro 2; en algunas especies las semillas habían sido extraídas de los frutos y ya habían sido sometidas a un proceso de limpieza, y en otras se recibieron frutos.

Cuadro 2. Nombre científico y vulgar de las especies, y cantidad de semillas recibidas por el Laboratorio de Análisis de Semillas y Cultivo de Tejidos del Jardín Botánico Chagual de Santiago.

Nombre científico	Nombre vulgar	Cantidad recibida (g)
<i>Balsamocarpion brevifolium</i> (sin. <i>Caesalpinia brevifolia</i>)	Algarrobilla	594 (semillas)
<i>Caesalpineia spinosa</i>	Tara	740 (semillas)
<i>Cordia decandra</i>	Carbonillo	3.254 (frutos)
<i>Flourensia thurifera</i>	Maravilla del campo	503 (frutos)
<i>Krameria cistoidea</i>	Pacul	496 (semillas)
<i>Trevoa quinquinervia</i>	Talhuén	74,3 (semillas)

En el laboratorio se hizo una extracción manual de las semillas (si correspondía) y limpieza. Posteriormente, previa comprobación de la autenticidad, se les determinó la pureza, el número de semillas por kilogramo y el contenido de humedad. Luego, a las semillas puras se les determinó el porcentaje y la velocidad de germinación.

Dentro de lo posible, dada la poca cantidad de semillas recibida de cada especie, y considerando que con ellas, además, hay que producir plantas en el vivero, los análisis se realizaron según las prescripciones de las reglas ISTA (International Seed Testing Association). Los valores obtenidos en los análisis corresponden al promedio de 2 a 4 repeticiones, dependiendo de la determinación realizada, tal como lo indican las reglas ISTA. Igualmente, para determinar el contenido de humedad de cada lote, las semillas fueron pesadas en una balanza eléctrica con una precisión de 4 decimales y el secado se realizó en una estufa eléctrica de aire forzado, a 105°C durante 17 hr.

Los ensayos de germinación se realizaron en una cámara de cultivo, a 15°C, sin luz. Las semillas se dispusieron en placas Petri con papel filtro o en arena fina de río (carbonillo y pacul), tres repeticiones de 25 semillas por cada tratamiento, y se ubicaron al interior de la cámara de cultivo.

La germinación se controló diariamente, considerando germinadas aquellas semillas que presentaban una radícula de una longitud superior a 2 mm. En base a las semillas germinadas se determinó el Porcentaje y la Velocidad de germinación. Esta última se determinó a través del Valor máximo de Czabator (Czabator, 1962) que corresponde al cociente máximo obtenido al dividir diariamente el porcentaje de germinación acumulado por los días transcurridos desde el inicio. La germinación acumulada al ocurrir el Valor máximo, se denomina Energía germinativa y el número de días transcurridos desde el inicio corresponde al Periodo de energía.

4.2 Resultados de los Análisis de las Semillas

Los resultados de los análisis de semillas se emplearán en la determinación de la cantidad de semillas que se deberá utilizar para obtener el número de plantas para instalar las parcelas de ensayo, en los lugares seleccionados en la IV Región.

***Balsamocarpon brevifolium* “Algarrobilla”**

Las semillas de Algarrobilla se recibieron extraídas de sus frutos y completamente limpias, por lo que se procedió a su análisis (Cuadros 3; 4 y 5).

Tanto el número de semillas por kilogramo y el contenido de humedad obtenido para el lote de semillas de este ensayo (Cuadro 3), concuerdan con los valores informados por Donoso y Cabello (1978) y Acuña (2001).

Cuadro 3. *Balsamocarpon brevifolium*: Resultados de los análisis de semillas efectuados al lote recibido para su uso en el Proyecto y los recopilados en la bibliografía consultada.

Fuente	CH %				Pureza %				Nº Semillas/kg			
	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N
Proyecto			11,79	1			100	1			6.686	1
Donoso y Cabello, 1978									6.400	7.300	-	
Acuña, 2001			10	1			-		5.335	7.000	6.168	2

CH: Contenido de Humedad; Min: Mínimo; Max: Máximo; Prom: Promedio; N: N° de muestras

Aunque Donoso y Cabello (1978) y Acuña (2001) indican para Algarrobilla un tratamiento pregerminativo con ácido sulfúrico durante 75 min con un 86% de capacidad germinativa (Cuadro 4), con el lote analizado se obtuvo un alto porcentaje de germinación para las semillas sin ningún tratamiento (73,33%, Cuadro 4), y el tratamiento óptimo correspondería a remojo en ácido sulfúrico concentrado durante 5 minutos. Un ensayo preliminar, en que se obtuvo un elevado porcentaje de germinación de semillas sin tratamiento, sirvió de orientación para probar tiempos más cortos de remojo en ácido.

Aunque se podría pensar que se podría mejorar la germinación obtenida con el tratamiento de remojo en ácido sulfúrico 5 minutos (80%), el ensayo de corte realizado al finalizar el período de cultivo (25 días) mostró que todas las semillas que permanecieron sin germinar (20%, Cuadro 5) estaban vanas (un 2,3% de las semillas estaban perforadas por insectos).

Este tratamiento también obtuvo la mayor velocidad de germinación (mayor Valor máximo), que ocurrió en 2,3 días (Período de energía) con una germinación acumulada, en el momento de mayor velocidad, de 57,33% (Energía germinativa).

Cuadro 4. Resultados obtenidos con los tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de *Balsamocarpon brevifolium* "Algarrobilla" (Duración ensayo 30 días).

Tratamiento	Capacidad Germinativa (%)	Valor Máximo	Energía germinativa (%)	Período Energía (días)	Semillas Muertas (%)
Testigo	73,33	14,44	53,33	3,67	18,67
H ₂ SO ₄ 5 min	80,00	21,78	57,33	2,33	20,00
H ₂ SO ₄ 10 min	74,67	18,22	54,67	3,00	25,33
H ₂ SO ₄ 15 min	72,00	18,44	57,33	3,00	20,00

Cuadro 5. Resultados ensayo de germinación de *Balsamocarpon brevifolium* efectuado al lote recibido para su uso en el Proyecto y los recopilados en la bibliografía consultada.

Fuente	Semillas Llenas %				Capacidad germinativa %			
	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N
Proyecto			91	1	72	80		1
Donoso y Cabello, 1978			-		44,8	86,4	-	
Acuña, 2001			-				86	1

Min: Mínimo; Max: Máximo; Prom: Promedio; N: N° de muestras

***Caesalpinia spinosa* "Tara"**

También el lote de semillas de Tara se recibió limpio, por lo cual sólo se procedió a su análisis sin necesidad de procesarlo (Cuadros 6; 7 y 8).

Los resultados obtenidos en las determinaciones de contenido de humedad, pureza y número de semillas por kilogramo (Cuadro 6), concuerdan con los valores informados por Acuña (2001) y Gallegos *et al.* (2008).

Cuadro 6. *Caesalpinia spinosa*: resultados de los análisis de semillas efectuados al lote recibido para su uso en el Proyecto y los recopilados en la bibliografía consultada.

Fuente	CH %				Pureza %				N° Semillas/kg			
	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N
Proyecto			8,36	1			100	1			5.147	1

Acuña, 2001	5	11	9,07	14	95	100	98,7	14	4,62 7	6,88 5	5,977	20
Gallegos <i>et al.</i> , 2008			26,5	1			99,3	1			5,890	1

CH: Contenido de Humedad; Min: Mínimo; Max: Máximo; Prom: Promedio; N: N° de muestras

Dado que las semillas de *Caesalpinia spinosa* presentan latencia exógena física se les aplicó un tratamiento para eliminar la impermeabilidad de la testa, probando distintos tiempos de remojo en H₂SO₄ (Cuadro 7). Para seleccionar la duración del remojo en H₂SO₄ se consideraron los tiempos recomendados por Acuña (2001), 10 a 30 min, y Gallegos *et al.* (2008), 30 y 45 min. El tiempo de remojo óptimo sería de 60 min, con el cual se obtuvo un 92% de semillas germinadas (100% de las semillas vivas), con una velocidad máxima de germinación ocurrida en 9,67 días y una germinación acumulada de 77,3%.

Cuadro 7. Resultados obtenidos con los tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de *Caesalpinia spinosa* "Tara" (Duración ensayo 30 días).

Tratamiento	Capacidad Germinativa (%)	Valor Máximo	Energía germinativa (%)	Período Energía (%)	Semillas Muertas (%)
Testigo	21,33	1,33	18,67	14,67	5,33
H ₂ SO ₄ 15 min	77,33	4,73	62,67	13,33	4,00
H ₂ SO ₄ 30 min	77,33	4,90	66,67	13,67	6,67
H ₂ SO ₄ 45 min	85,33	5,90	76,00	13,67	12,00
H ₂ SO ₄ 60 min	92,00	8,03	77,33	9,67	8,00

Los porcentajes de germinación mínimos y máximos obtenidos por el lote de semillas empleado en los ensayos del Proyecto (Cuadro 8), corresponden al testigo y al tratamiento óptimo, lo mismo ocurre con los valores entregados para Gallegos *et al.* (2008). En el caso de Acuña (2001), no se cuenta con la información si el rango de valores incluye demillas tratadas y sin tratar, aunque dado el alto porcentaje de valor mínimo, sólo correspondan a semillas tratadas.

Cuadro 8. *Caesalpinia spinosa*: resultados del ensayo de germinación efectuado al lote recibido para su uso en el Proyecto y los recopilados en la bibliografía consultada.

Fuente	Semillas Llenas %				Capacidad germinativa %			
	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N
Proyecto			98	1	21,3	92,0	70,6	1
Acuña, 2001			-		76	99	94,79	14
Gallegos <i>et al.</i> , 2008			-		40	97,3	78	1

Min: Mínimo; Max: Máximo; Prom: Promedio; N: N° de muestras

***Cordia decandra* "Carbonillo"**

Al igual que los dos lotes anteriores, el lote de semillas de Carbonillo se recibió limpio, procediéndose a su análisis sin necesidad de procesarlo (Cuadros 9; 10 y 11).

Los resultados obtenidos en las determinaciones de contenido de humedad, pureza y número de semillas por kilogramo (Cuadro 9), muestran concordancia con los valores informados por Cabello *et al.* (1988) y Acuña (2001).

Cuadro 9. *Cordia decandra*: resultados de los análisis de semillas efectuados al lote recibido para su uso en el Proyecto y los recopilados en la bibliografía consultada.

Fuente	CH %				Pureza %				Nº Semillas/kg			
	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N
Proyecto			9,51	1			100	1			1.199	1
Cabello <i>et al.</i> , 1988	7,9	45,5	29,0	4	97,6	99,9	98,8	2	564	1.536	1.113	13
Acuña, 2001	8	9	8,33	3	98	100	99	6	1.071	1,451	1.241	5

CH: Contenido de Humedad; Min: Mínimo; Max: Máximo; Prom: Promedio; N: N° de muestras

Aunque los resultados informados por Cabello *et al.* (1988) y Acuña (2001), corresponden a semillas no tratadas, dada la gran diferencia entre la germinación mínima y máxima, y particularmente por el alto porcentaje de semillas llenas (viables) señalada por esta última (Cuadro 10) y una baja germinación mínima (14%), se optó por probar algunos tratamientos pregerminativos. Dada la dureza de la cubierta de la semilla (pericarpio) se probó remojo en H₂SO₄ por distintos tiempos (Cuadro 10), así como un remojo prolongado en agua ante la posibilidad de presencia de sustancias inhibitoras de la germinación (latencia exógena química).

Cuadro 10. Resultados obtenidos con los tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de *Cordia decandra* "Carbonillo" (Duración ensayo 60 días).

Tratamiento	Capacidad Germinativa (%)	Valor Máximo	Energía germinativa (%)	Período Energía (%)	Semillas Muertas (%)
Remojo H ₂ O 72 hr	40,00	1,41	25,33	18,33	-
H ₂ SO ₄ 2 hr	4,00	0,39	4,00	16,67	-
H ₂ SO ₄ 4 hr	13,33	1,08	10,67	10,67	-
H ₂ SO ₄ 6 hr	4,00	0,79	6,00	7,50	-

Cuadro 11. *Cordia decandra*: resultados del ensayo de germinación efectuado al lote recibido para su uso en el Proyecto y los recopilados en la bibliografía consultada.

Fuente	Semillas Llenas %				Capacidad germinativa %			
	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N
Proyecto			93	1	4	40	15,3	4
Cabello <i>et al.</i> , 1988	36	75	55,5	2	11	88,3	41,7	13
Acuña, 2001	93	100	96,50	2	14	77	53,83	6

Min: Mínimo; Max: Máximo; Prom: Promedio; N: N° de muestras

El tratamiento que a la fecha ha obtenido el mayor porcentaje (40%) y velocidad de germinación (25,33% de germinación acumulada en 18.33 días) corresponde al remojo en agua durante 72 horas (Cuadro 9). El tratamiento con H₂SO₄ no ha dado resultado: ni ha aumentado el ingreso de agua a la semilla (lo que ocurriría si hubiera latencia exógena física) ni ha contribuido a la apertura de la cubierta (en el caso que hubiera latencia exógena mecánica).

La duración del ensayo ha sido extendida (60 días), esperando que germinen nuevas semillas ya que según el ensayo de corte un 93% de ellas estarían viables (Cuadro 11).

También los ensayos informados por Cabello *et al.* (1988) y Acuña (2001), se han prolongado hasta cerca de dos meses.

***Flourensia thurifera* “Maravilla del campo”**

El lote de semillas de Maravilla del campo debió ser procesado previa realización de los análisis correspondientes (Cuadros 12; 13 y 14).

La pureza de las semillas, es normalmente baja (Cuadro 12), concordante con la informada por Cabello *et al.* (1988), Cabello (1990) y Acuña (2001). La gran diferencia en el número de semillas por kilogramo presentado por el lote del Proyecto, en comparación particularmente con los presentados por Acuña (2001), se debería en parte, al bajo contenido de humedad que presentaban las semillas, mientras más livianas las semillas mayor es el número por unidad de peso.

Cuadro 12. *Flourensia thurifera*: resultados de los análisis de semillas efectuados al lote recibido para su uso en el Proyecto y los recopilados en la bibliografía consultada.

Fuente	CH %				Pureza %				Nº Semillas/kg			
	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N
Proyecto			12,69	1			30,62	1			222.370	1
Cabello <i>et al.</i> , 1988	9,4	24,1	14,65	4			24,7	1	74.008	150.761	102.159	4
Cabello, 1990			-				-				103.140	3
Acuña, 2001	24	34	30,67	3			25	1	103.140	150.761	131.799	4

CH: Contenido de Humedad; Min: Mínimo; Max: Máximo; Prom: Promedio; N: Nº de muestras

Todos los ensayos de germinación informados (Cabello *et al.*, 1988; Cabello, 1990; Acuña, 2001), corresponden a semillas a las que no se les han aplicado tratamientos pregerminativos (Cuadro 13). Por ello, se instaló un ensayo sólo con semillas testigo, en que la germinación se inició rápidamente pero alcanzó un bajo porcentaje (10,67%), sin embargo germinaron todas las semillas que se encontraban vivas; según el ensayo de corte final, el 89,33% de las semillas estaban muertas o vanas (Cuadro 13).

Cuadro 13. Resultados obtenidos con los tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de *Flourensia thurifera* “Maravilla del campo” (Duración del ensayo 25 días).

Tratamiento	Capacidad Germinativa (%)	Valor Máximo	Energía germinativa (%)	Período Energía (%)	Semillas Muertas (%)
Testigo	10,67	2,89	10,67	4,33	89,33

Los resultados de germinación presentados por Cabello *et al.* (1988), Cabello (1990) y Acuña (2001), sugieren que el porcentaje de semillas viables podría variar con la fuente de origen de las semillas o con el año de colecta, o con ambas cosas a la vez.

Cuadro 14. Resultados del ensayo de germinación efectuado al lote recibido para su uso en el Proyecto y los recopilados en la bibliografía consultada.

Fuente	Semillas Llenas %				Capacidad germinativa %			
	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N
Proyecto			25	1			10,67	1
Cabello <i>et al.</i> , 1988	0	80	41,6	3	0	70,7	40,1	4
Cabello, 1990			-				70,7	1
Acuña, 2001			-		45	71	58	2

Min: Mínimo; Max: Máximo; Prom: Promedio; N: N° de muestras

***Krameria cistoidea* “Pacul”**

Al igual que los primero tres lotes, el correspondiente a las semillas de Pacul se recibió limpio, procediéndose a su análisis sin realizar procesamiento (Cuadros 15; 16 y 17).

Aunque los valores de pureza obtenidos con el lote del proyecto coincide con los informados por Cabello *et al.* (1988) y Acuña (2001), no ocurre lo mismo con el número de semillas/kg. También hay falta de concordancia con el contenido de humedad con respecto a lo indicado por Acuña (2001); sin embargo, el número promedio de semillas/kg fuera de rango (4.840; Cuadro 15) se debería en parte al alto contenido de humedad de las semillas (17,98%). Además, se debe considerar que el número de muestras analizadas para esta especie (10 en total, incluyendo la determinación realizada en el Proyecto) es muy bajo; en la medida que se realicen nuevos análisis los rangos deberían ampliarse.

Cuadro 15. *Krameria cistoidea*: resultados de los análisis de semillas efectuados al lote recibido para su uso en el Proyecto y los recopilados en la bibliografía consultada.

Fuente	CH %				Pureza %				N° Semillas/kg			
	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N
Proyecto			17,98	1			100	1			4.840	1
Cabello <i>et al.</i> , 1988	4,6	19,1	9,1	6	97,6	99,9	98,7	3	5.082	7.122	6.227	6
Acuña, 2001	5	7	6	3	98	100	98,67	3	6.375	7.122	6.855	3

CH: Contenido de Humedad; Min: Mínimo; Max: Máximo; Prom: Promedio; N: N° de muestras

Dados los bajos porcentajes de germinación (Cuadro 16) informados por Cabello *et al.* (1988) y Acuña (2001), se consideró adecuado aplicar un tratamiento pregerminativo a la cubierta de la semilla (pericarpio). Se optó por probar distintos tiempos de remojo en H₂SO₄, consiguiendo con ellos aumentar notoriamente tanto el porcentaje como la velocidad de germinación; el mejor resultado lo obtuvo remojo en H₂SO₄ por 60 min por haber alcanzado la mayor velocidad de germinación, aunque con una capacidad germinativa semejante a 30 min de remojo (Cuadro 16).

Los porcentajes de germinación informados por Cabello *et al.* (1988) y Acuña (2001), corresponden a ensayos realizados con semillas sin tratar (Cuadro 16), con una duración del cultivo entre 35 y 70 días.

Cuadro 16. Resultados obtenidos con los tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de *Krameria cistoidea* "Pacul" (Duración 40 días).

Tratamiento	Capacidad Germinativa (%)	Valor Máximo	Energía germinativa (%)	Período Energía (días)	Semillas Muertas (%)
Testigo	28,00	2,13	9,33	4,50	
H ₂ SO ₄ 15 min	41,33	3,98	25,33	7,00	
H ₂ SO ₄ 30 min	60,00	11,56	34,67	3,00	
H ₂ SO ₄ 60 min	64,00	17,78	53,33	3,00	

Cuadro 17. *Krameria cistoidea*: resultados del ensayo de germinación efectuado al lote recibido para su uso en el Proyecto y los recopilados en la bibliografía consultada.

Fuente	Semillas Llenas %				Capacidad germinativa %			
	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N
Proyecto			88	1				
Cabello <i>et al.</i> , 1988	17,3	76	52	9	10,3	48,7	29,7	9
Acuña, 2001			-		11	49	34	3

Min: Mínimo; Max: Máximo; Prom: Promedio; N: N° de muestras

***Trevoa quinquinervia* "Talhuén"**

Como el lote de semillas de Talhuén llegó al laboratorio completamente limpio, sólo se procedió a su análisis (Cuadros 18; 19 y 20).

Al comparar los resultados de las determinaciones realizadas al lote de semillas del Proyecto con las referencias consultadas (Cabello, 1990; Cabello *et al.*, 2001 y Acuña, 2001) hubo concordancia con respecto al contenido de humedad y a la pureza, pero no al

número de semillas/kg; con esta última determinación se amplía el rango entre el número mínimo y máximo de semillas (Cuadro 18).

Cuadro 18. *Trevoa quinquinervia*: resultados de los análisis de semillas efectuados al lote recibido para su uso en el Proyecto y los recopilados en la bibliografía consultada.

Fuente	CH %				Pureza %				Nº Semillas/kg			
	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N
Proyecto			8,34	1			100	1			67.635	1
Cabello, 1990			-				-				88.238	2
Acuña, 2001	6	13	8,1	10	85	96	92,4	5	77.5 40	101. 500	91.863	13
Cabello <i>et al.</i> , 2001			7,7	1			-				85.051	1

CH: Contenido de Humedad; Min: Mínimo; Max: Máximo; Prom: Promedio; N: Nº de muestras

Las semillas de Talhuén presentan latencia exógena física, la cual se supera con remojo en H₂SO₄ concentrado. Por ello, Cabello (1990) y Acuña (2001), recomiendan 5 a 30 min de remojo H₂SO₄ seguido por una estratificación fría durante 30 días, y Cabello *et al.* (2001) indican entre 20 y 45 min H₂SO₄ y una temperatura de cultivo entre 15 y 20°C o un tratamiento con H₂SO₄ por 20 min seguido por una estratificación durante 2 a 4 semanas. De acuerdo con estos antecedentes, las semillas del Proyecto se trataron con H₂SO₄ por tiempos que variaron entre 15 a 60 min y se cultivaron a 15°C durante 30 días; el tratamiento recomendado para este lote correspondería a 15 min en H₂SO₄ (Cuadro 19).

Cuadro 19. Resultados obtenidos con los tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de *Trevoa quinquinervia* "Talhuén".

Tratamiento	Capacidad Germinativa (%)	Valor Máximo	Energía germinativa (%)	Período Energía (días)	Semillas Muertas (%)
Testigo	68,00	5,02	53,33	10,67	8,00
H ₂ SO ₄ 15 min	98,67	10,24	86,67	8,67	1,33
H ₂ SO ₄ 30 min	97,33	11,41	88,00	8,00	2,67
H ₂ SO ₄ 45 min	89,33	9,32	81,33	9,00	10,67
H ₂ SO ₄ 60 min	94,67	10,14	77,33	7,67	5,33

Los porcentajes de germinación obtenidos por el lote de semillas del Proyecto (Cuadro 20) concuerdan con los informados en las referencias consultadas (Cabello, 1990; Cabello *et al.*, 2001 y Acuña, 2001).

Cuadro 20. *Trevoa quinquinervia*: resultados del ensayo de germinación efectuado al lote recibido para su uso en el Proyecto y los recopilados en la bibliografía consultada.

Fuente	Semillas Llenas %				Capacidad germinativa %			
	Mín	Máx	Prom	N	Mín	Máx	Prom	N
Proyecto			97	1	68	98,7	89,60	1
Cabello, 1990			-				100	4
Acuña, 2001			76	1	13	100	65,83	6
Cabello <i>et al.</i> , 2001			89,5	1	21,3	94,7	80,7	1

Min: Mínimo; Max: Máximo; Prom: Promedio; N: N° de muestras

4.3 Propagación en vivero

Después de los análisis, las semillas disponibles fueron sometidas a la propagación para la obtención de plantas en vivero, proceso en el cual se encuentran en la actualidad. Como resultado de la propagación se obtuvieron las siguientes cantidades de plantas, por especie:

- *Balsamocarpon brevifolium* (algarrobilla) : 134 plantas
- *Caesalpinia spinosa* (tara) : 882 plantas
- *Cordia decandra* (carbonillo) : 434 plantas
- *Flourensia thurifera* (maravilla de campo) : 134 plantas
- *Krameria cistoidea* (pacul) : 78 plantas
- *Trevoa quinquinervia* (trevoa) : 393 plantas

5. OBJETIVO 5: Evaluar plantaciones establecidas con especies nativas en la Región.

Se realizaron dos tipos de evaluaciones: una cuantitativa, con el objeto de establecer los principales parámetros dasométricos de las plantaciones, y otra cualitativa en la que se analizaron los aspectos de tipo ambiental y general que rodean a las plantaciones.

La primera, se realizó en diciembre de 2011, mediante muestreo dirigido, con parcelas circulares o transectos por líneas de plantación. A cada ejemplar se midió altura y DAC, según cada caso.

La segunda evaluación, de tipo cualitativa, se realizó en enero de 2013. En esta oportunidad se visitó la plantación, se registraron parámetros de tipo ambientales (altitud, posición topográfica, exposición, pendiente, entre otros), observaciones respecto al estado de la plantación y los ejemplares y recomendaciones generales respecto al manejo silvicultural.

Además de las plantaciones, se evaluaron algunos ensayos de intervención de especies realizados en la Región de Coquimbo,

Las plantaciones y ensayos evaluados fueron los siguientes:

- ❖ Plantación de quillay (*Quillaja saponaria*), Comunidad Agrícola Tunga Sur, Illapel.
- ❖ Plantación de *Atriplex repanda*, Comunidad Agrícola Tunga Sur, Illapel.
- ❖ Plantación por compensación de Cactáceas, R.N. Las Chinchillas, Illapel.
- ❖ Plantación de especies nativas, sector El Sauce, Comunidad Agrícola Jiménez y Tapia, Combarbalá.
- ❖ Plantación de algarrobo (*Prosopis chilensis*), sector El Huacho, Comunidad Agrícola Jiménez y Tapia, Combarbalá.
- ❖ 3 Plantaciones de algarrobo (*Prosopis chilensis*), Comunidad Agrícola Olla de Caldera, La Serena.
- ❖ Plantación de algarrobo (*Prosopis chilensis*), Comunidad Agrícola Higuieritas Unidas, Ovalle.
- ❖ Ensayo proyecto FIA guayacán (*Porlieria chilensis*), R.N. Las Chinchillas, Illapel.
- ❖ Ensayo proyecto FIA guayacán (*Porlieria chilensis*), Comunidad Agrícola El Chiñe, Canela.
- ❖ Ensayo proyecto FIA guayacán (*Porlieria chilensis*), sector El Durazno, Socos.
- ❖ Ensayo proyecto FIA guayacán (*Porlieria chilensis*), Estación Experimental Las Cardas, La Serena.
- ❖ Ensayo proyecto FIA guayacán (*Porlieria chilensis*), Comunidad Agrícola Caldera y Damas, Andacollo.
- ❖ Ensayo proyecto FIA guayacán (*Porlieria chilensis*), Hacienda El Tangué, Tongoy.
- ❖ Ensayo de maravilla de campo (*Flourensia thurifera*), R.N. Las Chinchillas, Illapel.

Estaba considerada también una plantación de especies nativas ubicada en el sector La Muñozana, Monte Patria. Sin embargo, en las dos ocasiones en que se visitó resultó imposible acceder a la plantación, ya que en la actualidad existen construcciones, algunas habitadas, que dificultan el paso, existiendo también un tema de seguridad. Por esta razón, sólo se realizaron observaciones desde la carretera.

5.1 Plantaciones

❖ Plantación de quillay (*Quillaja saponaria*), Comunidad Agrícola Tunga Sur, Illapel.

Se trata de una plantación de 2 ha, del año 2001, con un distanciamiento de 5x4 m y ejecutada en surcos por la curva de nivel. Durante el primer año se regó sólo la parte baja y el 2011 se realizaron podas, clareos y se aplicaron herbicidas. Se identifican dos sectores diferenciados por un cambio de pendiente, el sector bajo es el que presenta mejor sobrevivencia y estado de los ejemplares. El sector alto tiene una sobrevivencia evidentemente menor, los ejemplares muestran menores alturas y evidencias de fumagina en algunos individuos. Esta diferencia en la sobrevivencia y desarrollo de los ejemplares en ambos sectores podría ser explicada por el riego inicial, realizado sólo en la parte baja, y también por la mayor acumulación de agua en este sector.

En general, se observa que los ejemplares se encuentran en buen estado, con un crecimiento vigoroso, no se aprecia mortalidad reciente y en la parte baja se observa una alta floración. Se evidencia también el efecto positivo de la exclusión en el desarrollo de la vegetación natural (herbáceas y arbustos).

La plantación se ubica en una ladera media de exposición Norte, con pendientes de 5 a 10% en el sector bajo y de 20 a 30% en el sector alto. El suelo es de textura franco-arcillosa y la pedregosidad superficial no supera el 15%. No muestra evidencias de erosión ni alteraciones antrópicas. Las principales especies acompañantes son *Bahia ambrosoides*, *Heliotropium stenophyllum*, *Gutierrezia resinosa* y algunas herbáceas anuales. Respecto a la fauna, las especies más comunes son zorro y chululo.

Las recomendaciones silviculturales son la aplicación de podas de formación, podas sanitarias en la parte alta, en los ejemplares con fumagina y limpia de malezas en algunos sectores.

En este caso se realizó un muestreo dirigido con tres parcelas circulares de 500 m², dos de ellas en la parte baja (parcelas 1 y 2) y una en la parte alta (parcela 3). Se registró altura (m) y DAC (cm), y una observación respecto al estado de los ejemplares. De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que la plantación tiene una sobrevivencia de 63%, pero existe una diferencia significativa de este valor entre la parte alta y baja de la plantación. Las alturas mayores se registran en la parte baja, sin embargo, los diámetros son similares en ambos sectores. Un resumen de los resultados se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 21. Resumen plantación de quillay, Comunidad Agrícola Tunga Sur.

Nº Parcela	Superficie (m ²)	Ejemplares/ parcela	Sobrevivencia (%)	DAC (cm)	Altura (m)
1	500	19	76	2,12	1,42

2	500	24	96	3,26	1,31
3	500	4	16	3,25	0,90
Promedio		15,67	62,67	2,88	1,21

❖ Plantación de *Atriplex repanda*, Comunidad Agrícola Tunga Sur, Illapel.

Plantación del año 2001, superficie de 7,5 ha de *Atriplex repanda* y *A. nummularia*, distanciamientos de 3x3 y 3x2, y realizada en surcos en curvas de nivel.

Se ubica a media ladera, de exposición Norte, con pendientes suaves que no superan el 5%. E suelo es franco arcilloso, la pedregosidad superficial no supera el 15% y no hay evidencias de erosión ni alteraciones antrópicas. La vegetación acompañante es *Bahia ambrosoides*, *Heliotropium stenophyllum*, *Gutierrezia resinosa* y algunas herbáceas anuales. La plantación no está cercada pero se encuentra aislada del ganado, y el acceso está limitado en algunos sectores con cercos de cactáceas. Esto evita el ramoneo y permite la sobrevivencia de la especie, ya que es altamente palatable para el ganado.

Los ejemplares presentan buen estado, pero no ha sido manejada, por lo que las recomendaciones son hacer limpias de malezas y manejo ganadero posterior, para evitar el envejecimiento de la plantación.

Se realizó un muestro dirigido y cuatro parcelas de 500 m². Por tratarse de una especie arbustiva, sólo se midió la altura de los ejemplares y se observó el estado general de los individuos. En general, la plantación presenta una buena sobrevivencia, que supera el 80% y la altura promedio es 0.95 m.

Cuadro 22. Resumen plantación de *Atriplex repanda*, Comunidad Agrícola Tunga Sur.

Nº Parcela	Superficie (m ²)	Ej/parcela	Sobrevivencia (%)	Estado (%)			Altura (m)
				Bueno	Regular	Malo	
1	500	54	85,71	100	0	0	1,40
2	500	50	79,37	46	54	0	0,87
3	500	50	79,37	72	28	0	0,88
4	500	58	92,06	81	17	2	0,65
Promedio		53	84,13	74,75	24,75	0,5	0,95

❖ Plantación por compensación Reserva Nacional Las Chinchillas, Illapel.

Esta plantación de *Eulychnia acida*, *Echinopsis chiloensis*, *Cassia coquimbensis* (*Senna cumingii* var. *coquimbensis*), *Porlieria chilensis*, *Acacia caven* y *Schinus polygamus* del año 2005, corresponde a una medida de compensación derivada de un Estudio de Impacto Ambiental por la construcción de la ruta que une Illapel con Combarbalá.

Son tres sectores de plantación, dos de ellos sólo con cactáceas ubicados cerca de la administración de la Reserva y el tercero con las otras especies, está en el sector oriental de la Reserva. El primer sector se trata de una ladera baja de exposición Norte, con una pendiente aproximada de 25% y un suelo de textura franco-arenosa. Además de las

cactáceas, se observan *Acacia caven*, *Flourensia thurifera* y *Cordia decandra*. Aunque se observaron ejemplares secos, se estima que la sobrevivencia es entre 60 y 70% y en general muestran buen estado, algunos de ellos con brazos nuevos en la base, y altura promedio de 85 cm. En el segundo sector, también situado en una ladera baja, de exposiciones Norte y Oeste, presenta suelos arenosos en la superficie y levemente más arcillosos en estratos más bajos, se observa una buena sobrevivencia, sobre el 75%, y visualmente, menos individuos secos que el sector anterior. En general, también presentan un buen estado y alturas similares al sector anterior.

El tercer sector se sitúa entre una terraza y fondo de quebrada, en un área relativamente plana, de exposición Oeste, suelo de textura franco-arenosa y pedregosidad superficial entre 15 y 25%. Además de las especies de la plantación, se observan algunos ejemplares de *Flourensia thurifera* y *Acacia caven*. Aunque las cuatro especies plantadas presentan una baja sobrevivencia, los mejores resultados son de *Cassia coquimbensis* (*Senna cumingii* var. *coquimbensis*) y *Porlieria chilensis*, en algunos individuos de esta última es posible observar “ponchos” que sirven de protección. Las especies con menor sobrevivencia son espino y huingán.

❖ Plantación de especies nativas Sector El Sauce, Comunidad Agrícola Jiménez y Tapia.

La localidad del Sauce se ubica a 75 km al sureste de Ovalle. La plantación ubicada en esta localidad se realizó entre los años 1998 y 1999, en una superficie de 100 ha, de las cuales 75 corresponden a microcuencas tributarias a la localidad de El Sauce, las 25 restantes se trabajaron en lomajes de cerros aledaños al poblado. Por esta razón, se estimó que el área de influencia de la plantación es todo el poblado de El Sauce, debido a que los trabajos ejecutados tendrían efecto positivo en la disponibilidad de agua en toda la localidad, además de generar conciencia en todas las familias del sector.

Este proyecto tuvo un presupuesto de M\$31.000, los cuales fueron aportados en su totalidad por el Programa de Desarrollo de Comunas Pobres (PRODECOP) de INDAP.

Si bien, la superficie que involucró el proyecto fueron 100 ha, la intensidad de los trabajos no fue homogénea, por lo que la relación costo total y superficie trabajada, sólo debe ser considerada de referencia. De las 100 ha trabajadas, se identifican dos sectores: el primero corresponde a 25 ha de la microcuenca que no fueron cercadas ni forestadas, donde se construyeron diques de control con el objetivo de recuperar el suelo. El segundo sector, corresponden a 50 ha de la microcuenca y 25 de secano arable, las cuales fueron excluidas, recuperadas y forestadas con una densidad de plantación de 400pl/ha.

Las especies nativas que fueron evaluadas son *Quillaja saponaria*, *Prosopis chilensis*, *Echinopsis chiloensis*, *Schinus molle*, *Flourensia thurifera*, *Atriplex repanda*.

- Algarrobo (*Prosopis chilensis*)

Esta especie se ubica en la parte baja de la ladera, a una altitud de 828 m, pendiente de 10% y exposición Oeste a Suroeste, y pedregosidad superficial entre 0 a 15%. Las especies acompañantes son: *Gutierrezia resinosa*, *Baccharis* sp, *Senna cumingii* var *coquimbensis* (ex *Cassia coquimbensis*).

La plantación se realizó con surcos tabicados y en general se observa un buen estado, la altura máxima es de 4,5 m. La sobrevivencia disminuye al subir por la ladera.

- Quillay (*Quillaja saponaria*)

Esta especie se encuentra a 830 m de altitud, entre baja y media ladera, con pendiente de 15%, exposición Suroeste y especies acompañantes similares al caso anterior: *Gutierrezia resinosa*, *Baccharis sp*, *Senna cumingii var coquimbensis* (ex *Cassia coquimbensis*).

La plantación se realizó en limán², bancal³, canal de desviación y diques, siendo el limán la técnica que visualmente presenta mejores resultados, en cuanto a sobrevivencia y altura, con tres metros de altura estimada de los ejemplares, en este sector.

Los ejemplares plantados con la técnica canal de desviación, se encuentran en pendiente de 25% y exposición Suroeste, y en otro sector, en la parte media a alta de la ladera, a 905 m, con pendiente de 35%, exposición Sureste, pedregosidad superficial mayor a 75% y altura máxima de los ejemplares de 3,5 metros, los cuales se observan en buen estado.

Un tercer sector con quillay, se encuentra también en la parte alta de la ladera, en exposición Sur, pendiente de 35%, pedregosidad superficial entre 25 y 50% y suelos arcilloso. La técnica de plantación es surcos tabicados, la altura máxima de los ejemplares es de 3 metros y se estima una sobrevivencia entre 30 a 40%.

- Cactus (*Echinopsis chiloensis*)

Esta plantación se ubica a media ladera, de exposición Noroeste, pendiente de 35% y alta pedregosidad superficial (50 a 75%) y suelo de textura franco-arenosa. Los ejemplares se encuentran en un estado regular, se aprecian varios ejemplares muertos y se estima una sobrevivencia menor al 50%. En la parte baja de la plantación, se observan algunas filas con *Flourensia thurifera* y *Atriplex repanda*, también con baja sobrevivencia y regular estado.

- Pimiento (*Schinus molle*)

Esta plantación se ubica en la parte alta de la ladera, de exposición Noroeste, pendiente de 10%, con la técnica de plantación hoyo con colectores. Se aprecia baja sobrevivencia y estado regular de los ejemplares.

2 Limán: Técnica de plantación que consiste en un semicírculo o sector circular plano, con un borde de suelo y piedras, de superficie mayor a 80 cm², que permite establecer una plantación de al menos 20 árboles (Fuente: CORFO-INFOR, 2011).

3 Bancal: Técnica de plantación que consiste en una terraza semicircular de tamaño pequeño, apta para plantaciones agrícolas y forestales, de diámetro de 1,2 m y un muro de 50 cm de ancho, dispuesto en tresbolillos, con separación de 5 m entre ellos. Se pueden establecer uno o dos árboles, según la especie (Fuente: CORFO-INFOR, 2011).

❖ Plantación de algarrobo, sector El Huacho, Comunidad Agrícola Jiménez y Tapia.

Se trata de una plantación de aproximadamente 57 ha, en la cual se realizaron en el 2002 diversos trabajos al suelo, y se utilizaron plantas de dos años de vivero. Se ubica en un lomaje suave, de exposición Noreste a Sureste, con pendientes entre 5 y 35% y pedregosidad superficial que varía entre 5 y 75% en los distintos sectores al interior de la plantación. La textura del suelo es franco-arenosa con drenaje regular a bueno.

En este caso, se realizó un muestro dirigido, con 10 parcelas de 1000 m², se registró altura (m) y DAC (cm) y el estado de los ejemplares.

De acuerdo a estos resultados, la plantación tiene una sobrevivencia de 43%, el estado general de los ejemplares es regular, el DAC promedio es de 4,4 cm y la altura promedio es de 1,60 m.

El detalle de los resultados se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 23. Resumen plantación de algarrobo, sector El Huacho C.A Jiménez y Tapia.

Nº Parcela	Ejemplares/ parcela	Sobrevivencia (%)	Estado (%)			DAC (cm)	Altura (m)
			Bueno	Regular	Muerto		
1	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2	22	44	18	4	3	5,11	1,97
3	28	56	9	19	6	3,86	1,92
4	0	0	0	0	0	0,00	0,00
5	23	46	6	17	2	4,11	2,28
6	38	76	17	21	4	5,43	1,60
7	24	48	10	14	4	6,39	2,17
8	18	36	7	11	4	5,70	2,00
9	32	64	12	20	2	6,25	2,05
10	29	58	12	17	0	6,83	1,87
Promedio	21,4	42,8	38,08	51,46	10,46	4,37	1,59

❖ Plantaciones de algarrobo, Comunidad Agrícola Olla de Caldera.

En este caso, se trata de tres plantaciones de algarrobo ubicadas en distintos sectores de la Comunidad.

- Plantación 1

Plantación realizada con la técnica surcos en contorno tabicado, que se ubica en un terreno de llanura a media ladera, de exposiciones que varían entre Sur, Sureste y Oeste, pendientes entre 0 y 15%, pedregosidad superficial entre 5 y 25%, suelo arcilloso y drenaje regular. Al interior de la plantación la vegetación natural es del tipo matorral ralo abierto. El área de la plantación se encuentra excluida.

Visualmente, se estima una sobrevivencia que bordea el 5%, los ejemplares son en su mayoría, rebrotes, debido a que se encuentran fuertemente ramoneados y se aprecia

mortalidad en apariencia, reciente. Los ejemplares aún muestran evidencias de ramoneo y la altura promedio de los ejemplares es de 20 cm.

De acuerdo a lo observado, se estima que la superficie de la plantación fue excesiva, especialmente tratándose de una especie que no se encuentra naturalmente en esta zona. Desde el punto del manejo, aunque el cerco está en buen estado, las tres ocasiones en que fue visitada, éste se encontró abierto, situación que podría ser una de las causas de la alta mortalidad, debido a que la especie es altamente palatable para la fauna local. Aunque no existen antecedentes de riego, debido a las características de la zona donde se emplaza la plantación, se estima que los ejemplares deben ser regados, al menos cada 15 días por los tres primeros años, y además considerar alguna protección adicional para evitar el ramoneo.

Evidentemente, estas recomendaciones implican un aumento de los costos, por lo que, en caso de repetir esta experiencia se sugeriría disminuir en forma drástica la superficie de plantación, no superando en ningún caso, las 5 ha.

- Plantación 2

Esta plantación también fue realizada con surcos en contorno tabicado, se ubica en una media ladera de exposiciones Norte y Sur, con pendientes entre 5 y 25%, muy baja pedregosidad superficial (0 a 15%) y textura del suelo que varía entre arcillosa a franco-arcillosa. La vegetación natural acompañante es una matorral bajo de densidad media a baja. El área de la plantación se encuentra cercada, y éste se observa en buenas condiciones.

La sobrevivencia se estima en 5%, aunque muestra un aumento en el borde oeste, que podría ser ocasionado por la presencia de rapaces en los postes del cerco. Solo en algunos ejemplares hay evidencias de ramoneo, y éstos se encuentran en general estado regular, sin embargo existen algunos ejemplares que muestran un buen estado y un crecimiento vigoroso. En la primera evaluación, la altura máxima registrada fue de 80 cm, en la segunda evaluación las máximas alturas registradas fueron 170, 155 y 125 cm, lo que muestra la altura y el crecimiento potencial que tendría la especie.

Las recomendaciones en este sector son similares al caso anterior, especialmente en cuanto a la superficie de este tipo de plantaciones en zonas como éstas. Menor superficie y mejores condiciones de riego y protección.

- Plantación 3

Plantación de 72 ha realizada entre los años 2002 y 2004. Se ubica en un lomaje suave de exposición Suroeste y Este, con pendientes entre 5 y 10%, baja pedregosidad y suelos de textura arcillosa. La vegetación acompañante es del tipo matorral ralo. La plantación se encuentra cercada.

La sobrevivencia es muy baja, menor al 5%, los ejemplares muestran evidencias de ramoneo. Las máximas alturas registradas son 120 y 140 cm, mientras que en la primera evaluación la máxima altura fue de 100 cm.

Las recomendaciones en este sector son similares al caso anterior, especialmente en cuanto a la superficie de este tipo de plantaciones en zonas como éstas. Menor superficie y mejores condiciones de riego y protección.

❖ Plantación de algarrobo, Comunidad Agrícola Higuieritas Unidas.

La plantación se ubica 22 km al norte de la ciudad Ovalle, Región de Coquimbo. La Comunidad cuenta con 150 ha forestadas con *Atiplex nummularia*, *Acacia saligna* a una densidad de 830 plantas/ha, y 10 ha forestadas con *Prosopis chilensis* y *P. alba*, a distintas densidades (Romero, 2004).

La evaluación se realiza en la plantación de algarrobos, situada en una llanura de exposición Este, pendiente entre 0 y 5% y pedregosidad superficial entre 0 y 20%. De acuerdo a Romero (2004), los suelos son pobres, con bajos niveles de materia orgánica, nitrógeno y fósforo aprovechable, de textura franco arcillosa arenosa. La vegetación acompañante forma un matorral bajo ralo de *Gutierrezia resinosa*, *Opuntia ovata* y herbáceas anuales.

En la primera evaluación, de tipo cuantitativa, se utilizó un muestro dirigido con transectos por la línea de plantación, en los tres distanciamientos que se observaron: 4x4 m, 6x6 m y 7x7 m.

El estado general de los ejemplares es bueno, la sobrevivencia promedio es de 75%. El DAC promedio es de 11,61 cm, pero es necesario destacar que se observa un diámetro mayor las densidades más bajas: 9,21 cm en el distanciamiento 4x4 y 13,12 cm en 7x7. Respecto a la altura, el promedio de la plantación es de 2,40 m, y se repite la situación anterior, es decir, se registra la mayor altura en las densidades más bajas.

Un resumen de los resultados obtenidos se muestra a continuación.

Cuadro 24. Resumen plantación algarrobos, Comunidad Agrícola Higuieritas Unidas.

Nº Parcela	Distanciamiento	Ej/parcela	Estado	DAC (cm)	Altura (m)
1	4x4	38	Bueno	9,21	2,23
2	6x6	36	Bueno	12,49	2,34
3	7x7	25	Bueno	13,12	2,53
Promedio		33	Bueno	11,61	2,37

Del cuadro anterior, se aprecia un mayor desarrollo concordante con un mayor distanciamiento.

Esta plantación fue afectada por un incendio en el mes de junio del año 2012, sin embargo, los daños fueron menores, resultando mayormente afectada la vegetación natural de baja altura. Hay evidencias de algunos troncos de algarrobo con algún daño por efecto del fuego, pero es una situación muy acotada y que no debiera generar mayores problemas en el crecimiento de los ejemplares.

❖ Plantación de especies nativas, sector La Muñozana, Monte Patria.

Esta plantación fue visitada en dos ocasiones, pero en ambas fue imposible acceder para realizar una evaluación ya sea cuantitativa o cualitativa, debido a que en el acceso existen casas y construcciones, habitadas y abandonadas, que obstruyen el paso.

Debido a esto, sólo se entregan algunos antecedentes bibliográficos y observaciones realizadas desde la carretera.

De acuerdo a CORFO-INFOR (2011), La Muñozana corresponde a una quebrada de 2 km², ubicada en la cuenca Monte Patria y la Comunidad Agrícola del mismo nombre. Desemboca en el Embalse La Paloma, aportando a éste, sedimentos que son el objetivo de los trabajos realizados en la quebrada: probar técnicas de contención con fines de restauración hidráulico-forestal que disminuyan la producción de sedimentos en las laderas tributarias al embalse.

Los trabajos se realizaron entre los años 1974 y 1975, y el año 1976 se realizaron labores de mantención y replante en los lugares en que fuera necesario. Posteriormente, el año 1997, se construyen obras de conservación del suelo como minilimanos y bancales, en las cuales se plantaron cactus y tunas, además se construyeron diques en quebradas, usando distintos materiales.

Las especies consideradas en el proyecto son: *Atriplex nummularia*, *Schinus molle*, *Prosopis nummularia*, *Echinopsis coquimbana*, *Eulychnia acida* y *Opuntia ovata*.

En la publicación se señala que los resultados asociados a la disminución de los sedimentos fueron positivos, ya que las mediciones de sedimentos en las cuencas limítrofes sin tratamiento se obtuvieron cifras de erosión entre 24 y 30 m³/ha año, mientras que las cuencas con tratamientos el resultado de 2 a 4 m³/ha año. Se indica también que la vegetación mostró un buen desarrollo.

De acuerdo a las observaciones de esta evaluación, el sector con plantación corresponde a una ladera media y quebrada de exposición Sur. Los ejemplares de *Prosopis chilensis* se ven en muy buen estado. Se aprecia otra plantación, de *Schinus molle*, que presenta un desarrollo menor al *Prosopis*; sin embargo, en las ambas se estima una buena sobrevivencia.



Foto 1. Efecto del cerco, plantación quillay



Foto 2. Plantación de algarrobo, sector El

C.A Tunga Norte. Illapel.



Foto 3. Plantación de algarrobo, C.A. Higuieritas Unidas. Ovalle.

Huacho. C.A. Jiménez y Tapia. Combarbalá.



Foto 4. Plantación de algarrobo, C.A. Olla de Caldera. La Serena.

5.2 Ensayos de intervención de especies

- ❖ Ensayo de maravilla de campo (*Flourensia thurifera*), R.N. Las Chinchillas, Illapel.

Este ensayo se ubica al interior de la Reserva Nacional Las Chinchillas, en un fondo de quebrada, a orillas de uno de los senderos de la unidad, en un sector relativamente plano. El suelo es de textura franco-arenosa, con poca pedregosidad superficial, y sin evidencias de erosión. Otras especies presentes son *Acacia caven*, *Eulychnia acida*, *Echinopsis chiloensis*, y hacia la ladera norte, *Cordia decandra*.

El ensayo fue cercado y los ejemplares fueron intervenidos con una corta baja y media para establecer la capacidad de rebrote de la especie. Como resultado de la intervención se produjo un abundante rebrote de hojas y pequeños tallos tiernos, siendo esta biomasa mayor en los cortes bajos que en medios.

En la actualidad, no se aprecia diferencia entre los ejemplares intervenidos y los testigos.

- ❖ Ensayo proyecto FIA guayacán (*Porlieria chilensis*).

- Antecedentes del Proyecto

Los ensayos corresponden al proyecto financiado por el Fondo de Innovación Agraria denominado "Aumento de la disponibilidad y mejoramiento de la calidad de la madera de guayacán con fines productivos y comerciales en la IV Región" (PI-C-2004-1-F-053).

Un resumen del proyecto y los resultados obtenidos se presenta en el Manual Silvicultura, manejo y utilización del guayacán (Vita, Luna y Díaz, 2008). Dicho proyecto consideró la instalación de seis ensayos de intervención y plantación de la especie en los siguientes sectores:

- Comunidad Agrícola Caldera y Damas.
- Sociedad Agrícola y Ganadera El Tangué Ltda.
- Comunidad Agrícola El Durazno de Socos.

- Comunidad Agrícola El Chiñe.
- Reserva Nacional Las Chinchillas.
- Centro Experimental Las Cardas.
-

Las intervenciones, realizadas el año 2005, se aplicaron en individuos de los cuatro tipos de hábitos de la especie: camefitizado, arbustivo, plurifustal y monofustal, a través de dos tipos de tratamientos silviculturales:

- ✓ Cortas intermedias, clareo y poda, en ejemplares en estado de crecimiento inmaduro.
- ✓ Cortas totales, a la altura del tocón y a un tercio de la altura original de los ejemplares, para determinar la capacidad de rebrote en ejemplares maduros.

Los ensayos fueron evaluados trimestralmente hasta octubre de 2008, mediante la elongación de brotes de crecimiento en poda/clareo, o rebrotes en cortas totales.

Los autores indican entre los resultados obtenidos, que los ejemplares sometidos a poda y clareo presentaron mayor biomasa foliar y vigor respecto de los testigos, lo que supone un mayor crecimiento en el futuro. Entre los años 2006 y 2007, las mayores elongaciones de brotes se observaron en los ejemplares camefitizados y arbustivos, mientras que en el año 2008, los mayores incrementos de longitud de brotes fueron en los ejemplares plurifustales y monofustales.

Respecto a las cortas totales, las mayores alturas de rebrotes se encontraron en cepas con bajo número de rebrotes por individuo. Por otra parte, los ensayos con mejores resultados fueron aquellos cercanos a la costa, donde se presentó mayor número de rebrotes por individuo y mayor longitud del vástago. Esta situación se debe probablemente a la mayor humedad ambiental presente en la costa, evidenciando que uno de los principales factores que condicionan el crecimiento y desarrollo de los individuos es el agua (Vita *et al.*, 2008).

Las mayores alturas de rebrotes se encontraron en los ejemplares plurifustales, situación que los autores atribuyen a que el sistema radicular de estos ejemplares, al ser más desarrollado en profundidad y cobertura, presenta mayores crecimientos en altura de rebrote.

En el caso de las plantaciones, los autores indican que éstas se realizaron los meses de julio de los años 2005, 2006 y 2007, con distanciamiento de 5x5 m y considerando como variable la protección de las plantas mediante ejemplares nodriza. Las plantaciones se realizaron en terrenos preparados mediante hoyos colectores, excepto en El Tangué donde se trabajó el suelo con surcos. En su oportunidad, las plantaciones también fueron evaluadas trimestralmente, con el objetivo de monitorear las respuestas en cuanto a sobrevivencia, estado de los ejemplares y el posible efecto de las plantas nodrizas.

De acuerdo a los autores, los resultados de las plantaciones realizadas el año 2005 fueron, en general, negativos, situación que podría ser explicada por el escaso desarrollo de las plantas llevadas a terreno. Las plantaciones del año 2006 tuvieron mejores resultados en la sobrevivencia respecto al año anterior, con un 46% promedio, debido a la mejor calidad de las plantas utilizadas. El año 2007, se usaron plantas con mejor desarrollo y calidad que los años anteriores, pero la sobrevivencia promedio fue de 43%,

situación atribuida a la ocurrencia de heladas las semanas posteriores a la plantación, que provocaron mayor mortalidad de las plantas.

En este proyecto, las plantaciones iniciales con ejemplares pequeños bajo plantas nodriza tuvo mayor sobrevivencia. De acuerdo a los autores esto se explica debido que bajo la sombra de una planta nodriza, las temperaturas del aire y del suelo son más bajas y el contenido de agua de las capas superficiales del suelo tienden a permanecer más altas. En el ensayo con plantas más grandes, los ejemplares ubicados al descubierto presentaron una clara mayor sobrevivencia.

- Evaluación ensayo Reserva Nacional Las Chinchillas

Este ensayo se ubica en el sector oriental de la Reserva, y consideró intervención de especies y plantación.

Se trata de una ladera media, de exposición Sur, pendiente de 25% y alta pedregosidad superficial (mayor al 30%), sin evidencias de erosión ni alteraciones antrópicas. Además de guayacán, se observa *Eulychnia acida*, *Bridgesia incisifolia* y *Acacia caven*.

Respecto a los ejemplares intervenidos, no se aprecian ejemplares secos o muertos, los individuos con poda y clareo se observan en buen estado y en aquellos con cortas totales no se aprecia un rebrote visiblemente bueno.

En el caso de la plantación, la sobrevivencia es muy baja, menor al 5%. Se contaron 7 ejemplares, cuatro de ellos con protección y la altura promedio es de 40 cm.

De acuerdo a estos resultados, los autores recomiendan el uso de plantas de buena calidad y desarrollo, entre 15 y 25 cm de altura y riego cada 15 días los tres primeros años. Respecto a la protección, a pesar de los resultados obtenidos en el proyecto, donde se indica que se obtuvieron mejores resultados bajo una planta nodriza, en la observación realizada durante esta evaluación no evidencia diferencias significativas entre ambos casos.

- Comunidad Agrícola El Chiñe

Esta Comunidad Agrícola se localiza en la Comuna de Canela y el ensayo se ubica a una altitud de 930 m, en un alto de ladera de exposición Este y fuertes pendientes, que llegan hasta 50% y poca pedregosidad superficial. Tiene un cerco en buen estado, y se aprecia el efecto de éste en la recuperación de la vegetación natural en su interior.

En los alrededores del ensayo se observaron cuatro ejemplares, presumiblemente de regeneración natural por semillas.

El ensayo considera intervenciones silviculturales y plantación con y sin protección. Los ejemplares intervenidos con poda y clareo presentan un buen estado y el rebrote de las cortas totales se observa vigoroso más vigoroso en las cortas totales que en las cortas un tercio. El ejemplar que muestra los mejores resultados corresponde al proveniente de una corta total baja con 1,65 m de altura y diámetro de copa de 2,10 m (Foto 6, ejemplar a la derecha).

La plantación no muestra buenos resultados, se observan sólo tres ejemplares, de los cuales dos están sin protección. Este resultado se debe a fallas en los procesos de plantación y cuidados posteriores en este sector.

Las recomendaciones para la plantación, al igual que en el caso anterior, se relacionan con la calidad y el desarrollo de las plantas y riego cada 15 días por los tres primeros años.

En un área demostrativa vecina al ensayo, la Corporación Nacional Forestal estableció zanjas en las inmediaciones de ejemplares de guayacán, obteniéndose abundante regeneración proveniente de raíz.

- Sector El Durazno de Socos

Este fue el único sector donde no se encontraron ejemplares naturales de guayacán por lo que el ensayo consiste sólo en plantación y sin protección. Se encuentra en una ladera media de exposición Sur, con pendiente aproximada de 25% y baja pedregosidad superficial. La principal especie acompañante es *Gutierrezia resinosa*.

Es el ensayo de plantación de Guayacán que muestra los mejores resultados en cuanto a sobrevivencia, estimada en un 50%. Las recomendaciones respecto a la plantación son las mismas indicadas en los casos anteriores: calidad y desarrollo de las plantas, y riego cada 15 días los tres primeros años. Asimismo, en esta localidad hubo una muy buena gestión en el proceso de plantación y cuidados posteriores.

- Centro Experimental Las Cardas

Este ensayo ubica en el Centro Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas, en la carretera que une La Serena con Ovalle. En este ensayo no se hicieron plantaciones, sólo intervenciones silviculturales.

En este caso, los ejemplares con poda y clareo están en buen estado con abundante rebrote basal. Por otra parte, las cortas de alturas presentan buen rebrote, pero en algunos casos se observan evidencias de ramoneo, especialmente la corta total. El ensayo cuenta con un cerco en buen estado, pero en general se encuentra abierto.

Las recomendaciones para este ensayo son la aplicación de podas basales en los ejemplares con poda y clareo, y la mantención de los cercos para evitar el ramoneo del ganado.

- Comunidad Agrícola Caldera y Damas

Esta comunidad se ubica en la Comuna de Andacollo. El sector donde se encuentra el ensayo corresponde a una media ladera de exposición noreste, pedregosidad superficial de 50% y las principales especies acompañantes de guayacán son *Flourensia thurifera*, *Lithraea caustica*, *Proustia cuneifolia*, *Senna cumingii* var. *coquimbensis* (ex *Cassia coquimbensis*), retamilla, *Baccharis* sp., quisquito.

En este ensayo se realizaron plantaciones e intervenciones silviculturales. En cuanto a la plantación, ésta presentó buenos resultados, y aún se observa un buen prendimiento especialmente de las plantas sin protección.

Los ejemplares intervenidos se observan en general en buen estado, aquellos con poda y clareo presentan abundante rebrote basal. Los ejemplares con cortas de altura, presentan un buen rebrote, pero existe un ejemplar con corta total muerto.

Las recomendaciones de este sector, al igual que en los casos anteriores son para las plantaciones, utilizar plantas de buena calidad y desarrollo, y riego cada 15 días por los tres primeros años. En las intervenciones, se requiere realizar podas basales en los ejemplares con poda y clareo.

- Hacienda El Tangué

Ubicada en Tongoy, en esta Hacienda el ensayo cuenta con dos sectores. En ambos casos hay plantaciones e intervenciones silviculturales. Las condiciones ambientales son similares en los dos sectores: se trata de una terraza plana, que había sido utilizada con anterioridad para cultivos agrícolas. Ambos sectores se encuentran con cercos en buen estado, y los resultados de la plantación fueron regulares, aunque el sector 2 inicialmente fue levemente mejor, razón por la cual se decidió evaluar cuantitativamente este sector. En ambos se hizo una evaluación de tipo cualitativa.

En el sector 1 se contabilizaron 17 ejemplares, 10 de ellos con protección, y algunos con evidencias de ramoneo, que podría ser ocasionado por chululos, debido a la evidencia de túneles subterráneos típicos de esta especie. La altura promedio de los ejemplares es de 20 cm. Respecto a las intervenciones, los ejemplares con poda y clareo muestran rebrote basal y las cortas de altura muestran buenos rebrotes, en cuanto a altura y número.

En el sector 2, donde se plantó una cantidad de ejemplares similar bajo protección y sin ella, se contaron los ejemplares que sobreviven de la plantación en las dos evaluaciones (diciembre 2011 y enero 2013). En la primera se registraron 19 ejemplares bajo protección, con una altura promedio de 30 cm, y 141 ejemplares sin protección, con 25 cm de altura promedio y 60 cm de altura máxima. En cuanto a la altura, la máxima registrada en el sector sin protección fue de 75 cm.

En el caso de las intervenciones, los ejemplares se encuentran en buen estado. Los individuos con poda y clareo, al igual que en otros sectores, presentan rebrote basal y las cortas de altura muestran rebrotes vigorosos, de buena altura y número.

Las recomendaciones del sector son las mismas de otros ensayos, calidad y buen desarrollo de las plantas, riego cada 15 días por los tres primeros años desde la plantación. Respecto a las intervenciones, poda basal de los rebrotes y en algunos casos, clareo de vástagos, principalmente en las cortas bajas.

Cuadro 25. Resumen ensayo plantación Hacienda El Tangué.

Plantación	Ejemplares/ parcela	Estado	Altura media (m)	Altura máxima (m)
C/ protección	19	Regular	0,30	0,42
S/ protección	128	Regular	0,25	0,75

❖ Ensayo de intervención de algarrobilla, sector Viñita Marquesa

Viñita Marquesa se encuentra al interior de la Quebrada Marquesa, ubicada en el Valle del Río Elqui. Entre los años 2003 y 2005 CONAF realizó en este sector, un ensayo de cortas a distintas alturas de algarrobilla con el fin de determinar la capacidad de rebrote de la especie. Los cortes se hicieron en 12 ejemplares a 30, 50 y 60 cm de altura.

Se midieron las alturas de rebrotes (máxima, mínima y promedio) y se estimó el número. Los ejemplares se observan en buen estado, algunos con abundante fructificación, y sólo uno de ellos se encontró seco. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 26. Rebrotos de algarrobilla, sector Viñita Marquesa.

Ejemplar	Rebrotos				Altura de corte (cm)	Fecha de corte
	Nº	Mayor	Menor	Medio		
A1	80	77	23	40	60	17-10-2003
A2	90	53	17	30	30	31-05-2004
A3	70	70	15	55	50	20-07-2005
A4	60	48	14	38	30	17-10-2003
A5	Ejemplar seco. Sin rebrotos				50	20-07-2005
A6	110	114	33	70	60	17-10-2003
A7	100	106	22	80	30	17-10-2003
A8	33	56	10	30	30	31-05-2004
A9	120	50	20	35	30	31-05-2004
A10	50	74	9	45	50	20-07-2005
A11	200	115	20	80	60	17-10-2003
A12	120	101	23	70	30	17-10-2003



Foto 5. Ensayo algarrobilla, Sector Quebrada Marquesa. La Serena.



Foto 6. Ensayo FIA Guayacán, C.A. El Chiñe. Canela.



Foto 7. Ensayo FIA Guayacán, Hacienda El Tangué. Coquimbo.



Foto 8. Ensayo FIA Guayacán, C. A. Caldera y Damas. Ovalle.

6. OBJETIVO 6: Definir sistemas silviculturales para la regeneración natural asistida, crecimiento y aprovechamiento de las especies en estudio.

6.1 Caracterizar los lugares seleccionados. Seleccionar individuos a intervenir.

Para este objetivo, el proyecto establece la intervención de al menos tres especies nativas de las que exista interés por recopilar información sobre el manejo silvicultural. Con el fin de determinar estas especies, el 6 de enero del año 2011 se efectuó una reunión con profesionales de la Oficina Regional y Provincial de CONAF Coquimbo, para presentar los alcances del proyecto, analizar aspectos técnicos y proponer algunas especies. Posteriormente se efectuaron visitas similares a las Oficinas Provinciales de Limarí y Choapa.

Las especies seleccionadas fueron: carbonillo (*Cordia decandra*), algarrobo (*Prosopis chilensis*), rumpiato (*Bridgesia incisifolia*) y varilla brava (*Adesmia zoellneri*). Una vez establecidas, se realizó un primer recorrido por la Región, identificando los sectores con presencia de dichas especies y preseleccionando algunos de ellos para la instalación de los ensayos. Los lugares visitados fueron: Reserva Nacional Las Chinchillas (carbonillo), Hacienda El Tangué (carbonillo), Sector Pama, Combarbalá (algarrobo).

Se visitaron también otras formaciones naturales, plantaciones y ensayos de diversas especies, que serán parte de las evaluaciones que considera el proyecto, tales como: ensayo de algarrobilla (*Balsamocarpon brevifolium*) en Viña Marqueza, ensayos del Proyecto FIA guayacán, realizado en la Región en cinco sectores: Reserva Nacional Las Chinchillas, Comunidad Agrícola Caldera y Damas, Hacienda El Tangué, Comunidad Agrícola El Chiñe, Sector El Durazno, Socos, y en el predio Las Cardas, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile; además de plantaciones de diversas especies nativas como quillay, espino, algarrobo en sectores como Higuieritas Unidas, La Muñozana (Monte Patria), El Huacho, El Sauce, Tunga Norte, entre otras.

En la segunda visita se recorrió, junto a los profesionales de CONAF Coquimbo Rafael Medina y Roberto Avendaño, dos formaciones naturales de algarrobo: Sector Maitencillo (Ex Fundo Huancara) y Fundo El Calvario, además de otras plantaciones de la misma especie que están al interior de la Comunidad Agrícola Olla de Caldera. Después de la

visita y en conjunto con el personal de CONAF se estableció que la formación natural del Fundo Maitencillo era la más adecuada para instalar el ensayo. Sin embargo, la propiedad se encontraba en manos de un síndico de quiebra, situación que generó incertidumbre sobre la conveniencia de seleccionar esta área para la instalación del ensayo. Debido a esta situación, se propuso a CONAF considerar la plantación de algarrobo ubicada en la Comunidad Agrícola Higuieritas Unidas como lugar de ensayo de intervención de especies.

La tercera visita a la Región tenía por objetivo precisar los lugares para la instalación de los tres ensayos, particularmente para algarrobo; sin embargo, el recorrido fue interrumpido debido a las fuertes lluvias que afectaron la zona el 20 de junio de 2011.

Una vez aprobada la solicitud enviada a CONAF, los lugares y especies seleccionados para la instalación de los ensayos fueron: carbonillo, rumpiato y varilla brava, en la Reserva Nacional Las Chinchillas, carbonillo en la Hacienda El Tangué y algarrobo en el sector Maitencillo del Fundo Huancara y la plantación de Higuieritas Unidas.

La cuarta visita se realizó durante los días 4 a 8 de junio de 2011 y el principal objetivo fue preseleccionar los ejemplares a intervenir dentro de los ensayos seleccionados, y finalmente, entre los días 18 a 22 de julio de 2011 se realizó la instalación de los cuatro ensayos en los lugares antes mencionados.

El proyecto consideraba inicialmente evaluar intervenciones realizadas con anterioridad por CONAF. Dichas evaluaciones fueron realizadas y sus resultados se muestran en el correspondiente a la evaluación de plantaciones (algarrobilla en Viñita Marqueza y maravilla de Campo, en la Reserva Nacional Las Chinchillas). Por otra parte, se indicaba que, aprovechando el rebrote producido en las cortas horizontales realizadas por el proyecto FIA Guayacán el año 2004, se procuraría aplicar clareos según dos intensidades de intervención. Sin embargo, al visitar los lugares de ensayo, aunque se evidencian resultados exitosos, en la mayoría de los casos, no era posible contar con el mínimo de ejemplares para aplicar las intervenciones y realizar las evaluaciones posteriores.

6.2 Aplicar intervenciones silviculturales y evaluación preliminar base

La aplicación de las intervenciones permitirá definir sistemas silviculturales que favorezcan el crecimiento y desarrollo de las especies que considera el proyecto. Las intervenciones que se aplican son dos tipos: poda y/o clareo, en ejemplares jóvenes, con el fin de evaluar la respuesta de los individuos a la intervención; y cortas de altura, total baja y a un tercio, en ejemplares maduros, para determinar la capacidad de rebrote de las especies una vez cosechadas.

En el caso de la poda y/o clareo, la respuesta de los ejemplares se evaluará a través de la expansión de copa, medida con cuatro brotes ubicados en las orientaciones norte, sur, este y oeste. Se seleccionarán también ejemplares sin intervención (testigos) para la medición de brotes, que permitirán comparar el crecimiento de copa con los ejemplares intervenidos.

Durante la instalación de los ensayos en cada sector, la principal actividad desarrollada fue la aplicación de las intervenciones de los ejemplares seleccionados. Conjuntamente, se llevó a cabo la medición de parámetros tales como: diámetro de tocón, altura de corte, número de vástagos, además de los brotes en caso de los testigos y podas. No se considera la medición de DAP debido a que el crecimiento en diámetro es más lento y,

tomando en cuenta la duración del proyecto, no se obtendrían resultados significativos al utilizar esta variable.

En cuanto a la identificación de los ejemplares que son parte del estudio, se utilizaron placas de cobre de 3 x 6 cm, aproximadamente y codificadas con una clave alfanumérica de 5 caracteres, que se explica a continuación:

Ejemplo: 1CAB1

1 : Lugar de ensayo (1: Las Chinchillas; 2: El Tangué; 3: Maitencillo; 4: Higuieritas Unidas).

C : Especie (C: Carbonillo; A: Varilla brava; R: Rumpiato; G: Algarrobo).

A : Hábito de crecimiento (A: arbustivo; P: Plurifustal; M: Monofustal).

B : Intervención silvicultural (B: corta baja; Z: corta un tercio; P: Poda y clareo; T: Testigo).

1 : Número de ejemplar (de 1 a 5).

Para los brotes se utilizó un alambre cubierto con plástico verde, usado para jardinería, que permite la identificación del brote en la copa. Los brotes se ubicaron en las 4 orientaciones en los ejemplares intervenidos con podas/clareos y los respectivos testigos.

6.2.1 Ensayo Reserva Nacional Las Chinchillas

La Reserva Nacional Las Chinchillas se ubica a 15 km al norte de la Comuna de Illapel. Fue creada el 30 de noviembre de 1983, cuenta con una superficie de 4.229 ha y constituye el único sitio donde se protege la chinchilla chilena (*Chinchilla lanigera*), especie clasificada en Peligro de Extinción, además de otras 10 especies en estado Vulnerable, por ejemplo: zorro, yaca, quique, cururo, ratón chinchilla, entre otras.

Respecto a la vegetación, en la Reserva se encuentran dos especies clasificadas en categoría Vulnerable: guayacán (*Porlieria chilensis*) y carbonillo (*Cordia decandra*).

Por su parte, el ensayo de intervención de carbonillo, se ubica aproximadamente a dos kilómetros al oeste de la Oficina de Administración de la Reserva, por un camino interior, en la parte media a baja de una ladera de exposición Noreste, con una pendiente aproximada de 20%. En la quebrada adyacente, predomina espino (*Acacia caven*). En el lugar de ensayo predomina carbonillo (*Cordia decandra*), rumpiato (*Bridgesia incisifolia*), maravilla de campo (*Flourensia thurifera*) además de las cactáceas *Eulychnia acida* y *Echinopsis chiloensis*. En una pequeña quebrada adyacente a la ladera, existe una pequeña formación de *Adesmia zoellneri*.

En esta ladera no hay evidencias de erosión, ni alteraciones antrópicas aunque esta condición está dada por la condición de área protegida de esta área. Presenta un buen drenaje y una pedregosidad superficial entre 5 y 25%.

En este sector, se considera la intervención de carbonillo, rumpiato y varilla brava. En caso de carbonillo, la especie presenta dos hábitos de crecimiento: arbustivo y plurifustal. En ambos casos las intervenciones aplicadas fueron: corta baja, corta a un tercio de la altura, y poda y clareo. Para cada intervención se consideraron cinco ejemplares, además de los cinco testigos de poda y/o clareo.

En rumpiato y varilla brava, ambas de tipo arbustivo, se aplicaron dos intervenciones: corta total baja y corta a un tercio de la altura, seleccionando cinco ejemplares para cada intervención en las dos especies.

El ensayo se instaló el día 18 de julio de 2011. Durante ese día se realizaron las podas y cortas en los ejemplares identificados, se marcaron todos los ejemplares mediante las placas de cobre y se marcaron brotes en los ejemplares con poda y testigos. La medición de los brotes se finalizó al día siguiente. El ensayo se compone en total de 60 ejemplares: (40 carbonillos, 10 rumpiato y 10 varilla brava).

6.2.1.1 Evaluación inicial carbonillo

Inmediatamente después de realizada la poda y clareo, se seleccionaron, marcaron y midieron cuatro brotes por ejemplar. Se calcula el promedio de los brotes por ejemplar y por tratamiento. Estos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 27. Longitud promedio inicial de brotes de carbonillo arbustivo y plurifustal, R. N. Las Chinchillas.

Hábito	Tratamiento	Ejemplar	Promedio/ ejemplar	Promedio/ tratamiento
Arbustivo	Poda y clareo	1CAP1	8,5	8,1
		1CAP2	5,8	
		1CAP3	7,0	
		1CAP4	11,0	
		1CAP5	8,3	
	Testigo	1CAT1	4,3	5,7
		1CAT2	6,6	
		1CAT3	6,3	
		1CAT4	6,0	
		1CAT5	5,1	
Plurifustal	Poda y clareo	1CPP1	7,8	9,7
		1CPP2	7,0	
		1CPP3	7,0	
		1CPP4	16,5	
		1CPP5	10,0	
	Testigo	1CPT1	7,8	7,8
		1CPT2	6,6	
		1CPT3	7,8	
		1CPT4	8,9	
		1CPT5	8,0	

En las cortas de altura, la primera evaluación corresponde al control de octubre de 2011, debido a que luego de las intervenciones sólo quedan los tocones de los ejemplares intervenidos. Los resultados de este primer control para la corta total y un tercio de altura de carbonillo se muestran en los siguientes cuadros.

Cuadro 28. Rebrotos de carbonillo arbustivo, octubre 2011.

Ejemplar	Tratamiento	Rebrotes Oct-2011 (cm)			
		N°	Mayor	Menor	Medio
1CAB1	Corta total	85	65	15	38
1CAB2		45	82	13	50
1CAB3		55	58	17	40
1CAB4		50	82	30	60
1CAB5		33	54	13	33
1CAZ1	Corta 1/3	130	85	13	40
1CAZ2		120	61,5	16	38
1CAZ3		90	74	30	45
1CAZ4		75	64	10	45
1CAZ5		150	46	15	30

Cuadro 29. Rebrotos de carbonilo plurifustal, octubre 2011.

Ejemplar	Tratamiento	Rebrotes Oct-2011 (cm)			
		N°	Mayor	Menor	Medio
1CPB1	Corta total	60	74	22	55
1CPB2		70	70	20	50
1CPB3		60	58	18	47
1CPB4		50	84	24	60
1CPB5		25	40	10	30
1CPZ1	Corta 1/3	75	65	13	48
1CPZ2		70	68	7	40
1CPZ3		120	64	20	40
1CPZ4		80	70	28	45
1CPZ5		65	65	20	48

6.2.1.2 Rumpiato

El rebrote tanto de las cortas totales y corta un tercio, se evalúa mediante el registro del número y altura mayor, menor y promedio de los rebrotos. Debido a que después de la intervención sólo quedaron los tocones, el primer resultado de las cortas de rumpiato se obtiene en el control de octubre de 2011. El siguiente cuadro muestra los resultados de este control.

Cuadro 30. Resultados rebrote de rumpiato, octubre 2011.

Ejemplar	Tratamiento	Rebrotes Oct-2011 (cm)			
		N°	Mayor	Menor	Medio
1RB1	Corta total	23	24	4	12
1RB2		32	40	12	25
1RB3		28	20	5	13
1RB4		48	57	13	36
1RB5		30	55	20	38
1RZ1	Corta 1/3	135	48	5	24

1RZ2		75	43	5	28
1RZ3		55	40	7	25
1RZ4		43	42	7	37
1RZ5		50	60	6	25

6.2.1.3 Varilla brava

El rebrote tanto de las cortas totales y corta un tercio, se evalúa mediante el registro del número y altura mayor, menor y promedio de los rebrotes. Debido a que después de la intervención sólo quedaron los tocones, el primer resultado de las cortas de varilla brava se obtiene en el control de octubre de 2011. El siguiente cuadro muestra los resultados de este control.

Cuadro 31. Resultados rebrote de varilla brava, octubre 2011.

Ejemplar	Tratamiento	Rebrotes Oct-2011 (cm)			
		N°	Mayor	Menor	Medio
1AB1	Corta total	20	42	7	30
1AB2		12	25	5	15
1AB3		25	57	20	45
1AB4		8	22	7	20
1AB5		40	49	5	50
1AZ1	Corta 1/3	40	50	8,5	32
1AZ2		30	43	6	28
1AZ3		30	37	9	30
1AZ4		40	41	10	30
1AZ5		45	40	8	20

6.2.2 Hacienda El Tangué

La Sociedad Agrícola y Ganadera El Tangué se ubica al sur de la Comuna de Coquimbo, entre las localidades Sargento Aldea y Tongoy. Cuenta con una superficie de 45.000 ha, y la principal actividad corresponde a la ganadería, principalmente de la raza merino australiana, siendo los principales productos carne y lana.

El ensayo de encuentra aproximadamente cuatrocientos metros al norte de las oficinas de administración, en ladera baja de exposición norte y pendiente de 25% en una quebrada cercana a la administración de la Hacienda. El sector no presenta evidencias de erosión, ni alteraciones antrópicas y cuenta con un buen drenaje. En el sector predomina carbonillo (*Cordia decandra*) y palo negro (*Heliotropium stenophyllum*), además de las cactáceas *Echinopsis chilensis* y *Eryosice subgibbosa*. En la parte baja predomina guayacán (*Porlieria chilensis*) y existen algunos ejemplares de espino (*Acacia caven*).

Este ensayo sólo considera la intervención de carbonillo. Al igual que el sector anterior, la especie presenta los hábitos de crecimiento arbustivo y plurifustal y se aplicaron las

mismas intervenciones silviculturales: poda y clareo, corta baja y corta un tercio de altura, además de los testigos.

La intervención se realizó el día miércoles 20 de julio de 2011 y ese mismo día se llevó a cabo la marcación de los ejemplares con la placa de cobre con el respectivo código y la medición de los brotes.

El total de ejemplares marcados en este ensayo es de 40.

Para cada ejemplar se promedió la longitud de los cuatro brotes y se determinó también el promedio de longitud por tratamiento. Los resultados de la primera evaluación de los los ejemplares arbustivos y plurifustales de carbonillo se presentan en los siguientes cuadros.

Cuadro 32. Longitud promedio brotes de carbonillo arbustivo y plurifustal, Hacienda El Tangue.

Hábito	Tratamiento	Ejemplar	Promedio/ ejemplar	Promedio/ tratamiento
Arbustivo	P/C	2CAP1	6,0	7,4
		2CAP2	7,4	
		2CAP3	8,0	
		2CAP4	7,3	
		2CAP5	8,3	
	Testigo	2CAT1	6,9	9,1
		2CAT2	9,8	
		2CAT3	10,0	
		2CAT4	7,4	
		2CAT5	11,4	
Plurifustal	P/C	2CPP1	6,3	7,4
		2CPP2	9,3	
		2CPP3	7,3	
		2CPP4	7,0	
		2CPP5	7,0	
	Testigo	2CPT1	5,4	7,0
		2CPT2	7,8	
		2CPT3	10,3	
		2CPT4	6,6	
		2CPT5	4,9	

Como se indicó anteriormente, la primera evaluación de las corta de altura se realiza en el control de octubre de 2011, debido a que luego de la intervención sólo quedan los tocones de los ejemplares. Los resultados obtenidos en este primer control se muestran a continuación.

Cuadro 33. Rebrote de carbonillo arbustivos, octubre de 2011.

Ejemplar	Tratamiento	Rebrotes Oct-2011 (cm)			
		N°	Mayor	Menor	Medio
2CAB1	Corta total	35	73	40	50
2CAB2		20	66	30	60
2CAB3		30	55	18	50
2CAB4		15	39	11	35
2CAB5		35	63	30	58
2CAZ1	Corta 1/3	55	70	12	50
2CAZ2		40	42	8	35
2CAZ3		40	43	5	20
2CAZ4		25	60	10	40
2CAZ5		20	44	9	24

Cuadro 34. Rebrote de carbonillo plurifustal, octubre de 2011.

Ejemplar	Tratamiento	Rebrotes Oct-2011 (cm)			
		N°	Mayor	Menor	Medio
2CPB1	Corta total	23	68	12	60
2CPB2		30	18	9	13
2CPB3		30	48	10	35
2CPB4		50	63	20	38
2CPB5		35	50	8	45
2CPZ1	Corta 1/3	40	54	8	50
2CPZ2		60	50	9	40
2CPZ3		60	42	6	30
2CPZ4		30	46	9	26
2CPZ5		35	55	15	40

6.2.3 Sector Maitencillo, Ex Fundo Huancara.

El Fundo Huancara, actualmente propiedad de la empresa Atacama Grapes, se ubica en la Comuna de Vicuña, y el sector Maitencillo corresponde al sector oeste de la entrada principal del fundo.

El ensayo se encuentra al interior del sector Maitencillo, por un camino interior que atraviesa las viñas, hasta llegar a un sector plano donde existe una formación natural de algarrobos, sin evidencias de erosión ni alteraciones antrópicas, pero con presencia de ganado caprino y equino. La especie que predomina es algarrobo (*Prosopis chilensis*) y algunos ejemplares de espino (*Acacia caven*).

Los ejemplares en este sector presentan hábito de crecimiento plurifustal, arbustivo y monofustal. Debido al bajo número de individuos existentes de éste último tipo, sólo se consideraron tres repeticiones para la intervención y los testigos.

Este ensayo no considera la aplicación de cortas de altura, ya que existen antecedentes de este tipo para algarrobo. Por lo tanto, el ensayo corresponde a cortas intermedias, clareo y poda, en ejemplares de los tres hábitos de crecimiento existentes en el área.

El total de ejemplares identificados en este ensayo es de 26.

En algunos ejemplares intervenidos no fue posible colocar los cuatro brotes, sin embargo, esta situación no afectará los resultados finales, ya que para efectos de determinar la elongación de los brotes se utilizará el promedio de los brotes por ejemplar.

Los resultados obtenidos de la medición de los brotes en los ejemplares plurifustales, arbustivos y monofustales de algarrobo se presentan en los siguientes cuadros:

Cuadro 35. Longitud de brotes promedio de algarrobo arbustivo, plurifustal y monofustal.

Hábito	Tratamiento	Ejemplar	Promedio/ ejemplar	Promedio/ Tratamiento
Arbustivo	P/C	3GAP1	67,8	42,4
		3GAP2	22,0	
		3GAP3	36,0	
		3GAP4	49,8	
		3GAP5	36,5	
	Testigo	3GAT1	10,0	19,0
		3GAT2	10,1	
		3GAT3	45,0	
		3GAT4	12,9	
		3GAT5	17,0	
Plurifustal	P/C	3GPP1	66,0	37,9
		3GPP2	33,0	
		3GPP3	29,5	
		3GPP4	35,8	
		3GPP5	25,3	
	Testigo	3GPT1	20,8	20,7
		3GPT2	20,4	
		3GPT3	22,9	
		3GPT4	26,5	
		3GPT5	13,0	
Monofustal	P/C	3GMP1	36,8	51,6
		3GMP2	63,0	
		3GMP3	55,0	
	Testigo	3GMT1	18,1	21,3
		3GMT2	33,9	
		3GMT3	11,9	

6.2.4 Plantación Higuieritas Unidas

Este ensayo se realizó a modo de asegurar la obtención de resultados en algarrobo, en caso que el ensayo del Sector Maitencillo del Fundo Huancara fallara debido a los problemas administrativos que existían al inicio del proyecto.

Esta plantación fue realizada por CONAF entre los años 1982 y 1983, se ubica 22 km al norte de la ciudad de Ovalle. El ensayo se encuentra en una media ladera, de exposición norte, de pendiente suave, que no supera el 25%. En el sector no hay evidencias de erosión y se desconoce la capacidad de drenaje del suelo. Presenta una pedregosidad entre el 5 y 25%, debido al cerco no hay evidencias de alteraciones por parte de ganado y algunos ejemplares muestran evidencias de intervenciones anteriores.

El ensayo se compone de 30 ejemplares y resultados se muestran a continuación.

Cuadro 36. Resultados de la medición de brotes en ejemplares de algarrobo plurifustal.

Ejemplar	Tratamiento	Ejemplar	Promedio/ ejemplar	Promedio/ tratamiento
Arbustivo	P/C	4GAP1	40,8	48,4
		4GAP2	31,5	
		4GAP3	41,5	
		4GAP4	90,3	
		4GAP5	38,0	
	Testigo	4GAT1	57,0	45,3
		4GAT2	23,9	
		4GAT3	53,1	
		4GAT4	56,5	
		4GAT5	35,9	
Plurifustal	P/C	4GPP1	48,8	38,0
		4GPP2	29,0	
		4GPP3	54,8	
		4GPP4	26,5	
		4GPP5	31,0	
	Testigo	4GPT1	24,5	37,9
		4GPT2	46,3	
		4GPT3	54,3	
		4GPT4	34,7	
		4GPT5	29,8	
Monofustal	P/C	4GMP1	31,5	31,7
		4GMP2	13,3	
		4GMP3	67,3	
		4GMP4	28,3	
		4GMP5	18,3	
	Testigo	4GMT1	23,9	28,7
		4GMT2	28,5	
		4GMT3	39,5	

		4GMT4	17,3	
		4GMT5	34,3	

6.3 Controles tratamientos silviculturales

De acuerdo a lo establecido en la metodología, los controles se realizan trimestralmente, desde la fecha de instalación de los ensayos. De esta forma, los controles comprometidos a realizar hasta el término del proyecto son: octubre, 2011 y enero, abril, julio de 2012. Éste último quedó pendiente y luego, en el mes de septiembre se solicita a CONAF una solicitud de prórroga en la fecha de término del proyecto. Aprobada esta solicitud, se agrega un nuevo control a los cuatro comprometidos, los cuales se realizan en octubre de 2012 y marzo de 2013.

Cada control consiste en el registro de la elongación de los brotes de crecimiento para los ejemplares intervenidos y testigo de las cortas intermedias (poda y claro), y el número y elongación de los rebrotes en el caso de las cortas de altura. En el caso de los brotes de crecimiento, se registran cuatro brotes por ejemplar y luego se calcula el promedio por árbol. Luego, se calcula la diferencia entre el último registro (marzo 2013) y el primero (julio 2011), para establecer el crecimiento de la copa de cada ejemplar, y mediante el promedio, el crecimiento por tratamiento (intervenidos y testigos).

Los resultados de los controles en los ensayos de intervención de especies se detallan a continuación.

6.3.1 Reserva Nacional Las Chinchillas

Este ensayo está compuesto por tres especies y sus respectivos tratamientos: carbonillo (*Cordia decandra*) con cortas intermedias y de altura, en ejemplares arbustivos y plurifustales, rumpiato con cortas de altura (*Bridgesia incisifolia*) y varilla brava (*Adesmia zoellneri*) con cortas de altura.

6.3.1.1 Carbonillo (*Cordia decandra*)

Los ejemplares de carbonillo en este ensayo presentaron dos hábitos de crecimiento: arbustivo y plurifustal y en ambos casos, las intervenciones aplicadas fueron clareo y poda (cortas intermedias), corta baja y corta a un tercio de la altura. El ensayo se compone de 60 ejemplares, entre intervenidos y testigos.

El cuadro 37 muestra el promedio de los brotes en cada control para los hábitos de crecimiento arbustivo y plurifustal, considerando la evaluación inicial, posterior a la intervención de los ejemplares (instalación de los ensayos).

Cuadro 37. Longitud promedio brotes carbonillo arbustivo y plurifustal con poda y clareo.

Hábito	Tratamiento	Promedio longitud de brotes (cm)					
		Jul-2011	Oct-2011	Ene-2012	Abr-2012	Oct 2012	Mar 2013
Arbustivo	P / C	8,10	15,65	16,50	16,03	18,50	18,34
	Testigo	5,65	9,10	9,53	9,65	9,50	8,93
Plurifustal	P / C	9,65	20,45	22,00	20,84	19,87	21,13
	Testigo	7,80	12,38	12,73	12,70	12,83	12,35

Como muestra el cuadro anterior, todos los ejemplares con poda y clareo mostraron elongación de brotes, registrándose el mayor incremento en el trimestre posterior a la intervención (primer control en octubre de 2011).

La elongación de los brotes se calcula mediante la diferencia entre los promedios por ejemplar y por tratamiento entre el último y el primer control (marzo 2013 – julio 2011). De esta forma, se demuestra que la elongación de los ejemplares intervenidos en ambos hábitos de crecimiento fue superior a los respectivos testigos, y no se aprecia una diferencia significativa en el crecimiento total entre arbustivos y plurifustales intervenidos (Gráfico 1). Lo anterior implica que los ejemplares de carbonillo, independiente del hábito de crecimiento, muestran una respuesta favorable a la poda y clareo, en términos de crecimiento de la copa al año y medio de realizada la intervención. En los años siguientes, este aumento de la biomasa aérea podría conducir a un mayor incremento en el diámetro de estos ejemplares, respecto de los testigos.

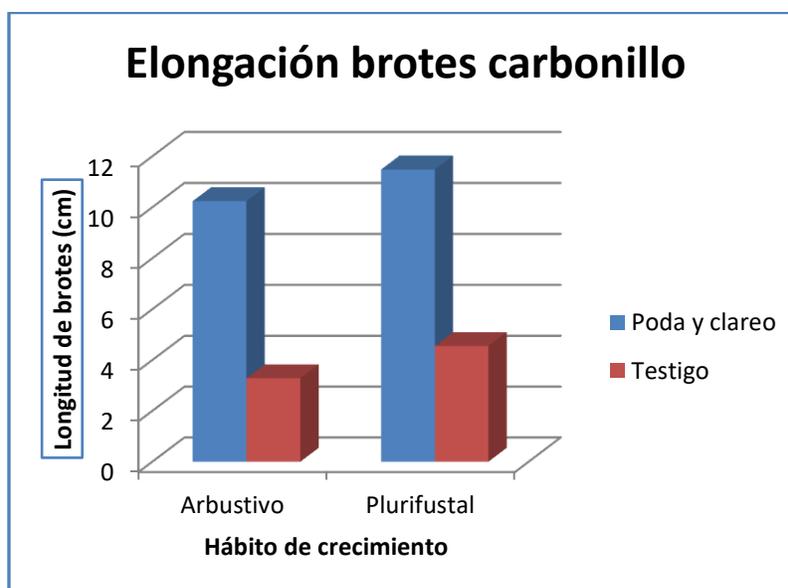


Gráfico 1. Elongación brotes de crecimiento carbonillo, Reserva Nacional Las Chinchillas.

En las cortas de altura, cada control consiste en el registro del número y altura máxima, menor y media de los rebrotes. En este caso, luego de la intervención sólo quedaron los tocones de los ejemplares intervenidos, por lo tanto, el primer registro corresponde al mes de octubre de 2011. En esa ocasión todos los ejemplares mostraron un numeroso rebrote, de buen vigor y altura. En ambos hábitos de crecimiento, el número de rebrotes en mayor en las cortas a un tercio. Sin embargo, la longitud (máxima, media y menor) es similar en todos los ejemplares. El siguiente cuadro muestra un promedio por tratamiento de los rebrotes en cada control.

Cuadro 38. Promedio de número y longitud mayor de rebrotes de carbonillo arbustivo y plurifustal en cortas de altura.

Hábito	Tratamiento	Oct-2011		Ene-2012		Abr-2012		Oct 2012		Ene 2013	
		N°	Mayor								
Arbustivo	Corta total	54	68,2	80	104,0	116	97,2	101	101,6	128	108,6
	Corta 1/3	113	66,1	119	79,0	222	78,2	166	81,6	224	83,4
Plurifustal	Corta total	53	65,2	107	111,4	150	113,4	136	120,0	196	123,4
	Corta 1/3	82	66,4	113	85,0	182	86,2	134	85,4	176	74,8

En el cuadro anterior se aprecia un aumento en el número de rebrotes en cada control y que este valor es mayor en la corta un tercio de ambos hábitos que en la corta total. También se observa una disminución en el número de rebrotes en el control de octubre de 2012, situación que podría ser explicada por la baja cantidad de precipitaciones registrada en esta zona, durante el año 2012, y que se evidencia en toda el área de estudio por la condición de la vegetación respecto del control realizado en el mismo mes del año anterior.

La longitud del rebrote mayor, en el primer control es similar para todos los tratamientos, pero en los controles siguientes se evidencia que este valor, para ejemplares arbustivos y plurifustales, es mayor en la corta total, de lo cual es posible deducir que para ambos hábitos de crecimiento, la corta total muestra una mejor respuesta que la corta a un tercio de altura, a un año de realizada la intervención.

En el siguiente gráfico se muestran los valores del rebrote para el último control realizado en el mes de marzo de 2013.

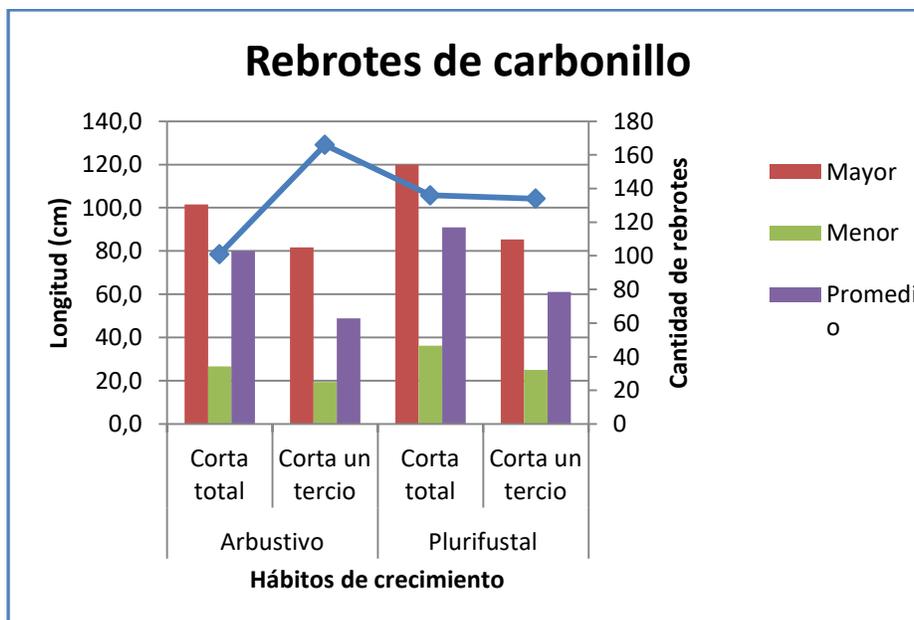


Gráfico 2. Rebrote de carbonillo arbustivo y plurifustal con cortas a distintas alturas.

Del gráfico anterior, que representa los resultados obtenidos en el último control, se observa que la mejor respuesta en cuanto a número de rebrotes es la corta a un tercio de la altura de ejemplares con hábito de crecimiento arbustivo. Para ejemplares plurifustales, este valor es similar para en ambos tipos de corta.

En el caso de la longitud de los rebrotes, se observa que la corta total para los dos hábitos de crecimiento muestra los valores más altos para el rebrote mayor y promedio. Con estos valores, se podría considerar que luego de un año y medio desde la intervención, ya es posible realizar el primer manejo del rebrote, realizando un clareo de vástagos, que permita fortalecer el crecimiento del ejemplar.

6.3.1.2 Rumpiato (*Bridgesia incisifolia*)

Rumpiato es un arbusto endémico de Chile, que se distribuye entre las regiones de Atacama y Metropolitana, puede alcanzar hasta los dos metros de altura y actualmente se encuentra en categoría de conservación Vulnerable en la Región de Coquimbo, debido al sobrepastoreo del ganado caprino en esta región (Arancio *et al.*, 2001; Belov, 2009).

El ensayo de esta especie corresponde a cortas de altura, que simulan en pastoreo, para determinar la capacidad de rebrote de la especie. Se hicieron dos cortas: total y a un tercio de la altura, cada una aplicada a cinco ejemplares. Los resultados de ambas intervenciones obtenidos en los cinco controles realizados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 39. Promedio de número y longitud mayor de rebrotes de rumpiato en cortas de altura.

Tratamiento	Oct-2011		Ene-2012		Abr-2012		Oct 2012		Mar 2013	
	N°	Mayor								
Corta total	32	39,2	37	55	63	60	46	53,8	61	56,2
Corta 1/3	71	46,6	52	48,8	76	44,8	104	46	170	62,2

Esta especie es altamente consumida tanto por el ganado caprino como por la fauna silvestre. Durante el primer control, aunque se observó ramoneo, todos los ejemplares presentaron un vigoroso rebrote, siendo mayor en número y altura la corta un tercio. En los controles siguientes el ramoneo por fauna silvestre fue mucho más intenso, especialmente en tres ejemplares con corta baja. A pesar de esta situación, se presume que todos los individuos están vivos, y en los controles siguientes se observaron rebrotes que crecieron luego del ramoneo, excepto en un ejemplar de corta baja que no mostró rebrotes en el último control (1RB1).

Debido al fuerte ramoneo, es imposible obtener resultados concretos sobre el efecto de la corta baja en rumpiato, especialmente en cuanto al número y longitud que podrían alcanzar los rebrotes luego de un año y medio de realizada la intervención. Sin embargo, esta misma situación permitiría inferir que la especie muestra una buena capacidad de respuesta, tanto al corte como al ramoneo.

Respecto a los ejemplares con corta a un tercio de la altura, éstos no fueron afectados por el ramoneo. Sin embargo, en los primeros tres controles no se evidenció un aumento importante en número y longitud de los rebrotes. Luego, en el cuarto control (octubre de 2012), a casi un año de realizada la intervención, se observa un aumento significativo en la cantidad de rebrote y el control siguiente, cinco meses después, continúa en aumento la cantidad de rebrotes y la longitud muestra un crecimiento de casi 20 cm. Lo anterior podría sugerir que en este tipo de corte, el ejemplar requiere un tiempo mayor de recuperación, pero que en un plazo definido es posible esperar una respuesta positiva de los ejemplares.

Considerando dichas observaciones, se podría deducir que la corta total podría tener una mejor respuesta que la corta a un tercio de altura, ya que a pesar del intenso ramoneo, se aprecia un aumento en cuanto al número y longitud de los rebrotes.

6.3.1.3 Varilla brava (*Adesmia zoellneri*)

Se trata de un arbusto, de la familia Fabacea. Los ejemplares de la Reserva Nacional Las Chinchillas presentan ramas rojizas y alcanzan hasta dos metros de altura.

Por tratarse de una especie arbustiva, las intervenciones aplicadas fueron corta total baja y corta a un tercio de la altura. Como se explicó anteriormente, el primer control de éstas intervenciones se realiza en el mes de octubre de 2011. Los resultados obtenidos en ese control se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 40. Promedio de número y longitud mayor de rebrotes de varilla brava en cortas de altura.

Tratamiento	Oct-2011		Ene-2012		Abr-2012		Oct 2012		Mar 2013	
	N°	Mayor								
Corta total	21	39,0	42	75,0	56	74,8	45	76,8	61	82,4
Corta 1/3	37	42,2	64	65,0	90	65,8	72	66,6	146	71,0

Luego del último control, ninguno de los ejemplares resultó seco o muerto, y se muestran buenas condiciones de crecimiento. En algunos individuos con corta a un tercio de la altura se evidenció ramoneo en el control de enero y abril de 2012, pero ésta situación no se repitió en los controles siguientes.

En el cuadro anterior se observa que todos en todos los ejemplares presentaron rebrote y un crecimiento continuo en cuanto a número y longitud del vástago mayor. En el caso del número, éste valor fue mayor para la corta a un tercio en todos los controles. Respecto a la longitud del rebrote mayor, a partir del segundo control, este valor fue superior en la corta total. Sin embargo, en ambos casos el crecimiento prácticamente se detuvo en el control de enero de 2012, y luego retoma el crecimiento en el último control.

Considerando los resultados, se deduce que tanto la corta baja como la corta a un tercio de la altura muestran una buena respuesta en cuanto a la capacidad de rebrote; sin embargo, no es posible establecer cuál de las dos muestra en el mejor resultado.

7. OBJETIVO 7: Elaborar tabla de costos para las actividades silviculturales definidas

Para la elaboración de una tabla de costos referencial, se definieron dos macrozonas: costera e interior. Para la macrozona costera, carbonillo puede ser manejado para obtener tres tipos de productos: flores y frutos con objetivos de preservación, piezas cortas de madera para artesanía, y material dendroenergético para abastecer el consumo de leña y carbón.

La macrozona interior presenta tres tipos asociaciones: algarrobo, carbonillo-rumpiato y rumpiato-varilla brava. En algarrobo, el manejo se orienta a la producción de piezas cortas y largas de madera, además de productos forestales no madereros, como fines melíferos, medicinales, forraje y preservación, mediante la producción de flores y frutos y el mejoramiento de las condiciones de crecimiento de los ejemplares.

La asociación carbonillo-rumipato, se mantiene los usos de carbonillo y rumpiato se maneja para la producción de forraje y leña.

En el caso de las especies arbustivas, rumpiato y varilla brava, el manejo se realiza con objetivos de producción de forraje y material dendroenergético.

En la estimación de los costos involucrados en las intervenciones definidas, se usaron los valores efectivamente gastados en la realización de las actividades, pero es necesario hacer notar que, estos valores corresponden a una escala experimental y son parte de un solo experimento, por lo que se realizó una extrapolación a la unidad equivalente que permita su ampliación a una hectárea. Para lo anterior, se complementó la información generada por el proyecto con la usada en la tabla de costos general elaborada por CONAF.

Las principales particularidades que se observan en el presente análisis son expuestas a continuación: en el caso del ítem Transporte de Personal, la matriz original establece la compra de vehículo para ejecutar los traslados. Sin embargo, para esta región, donde las superficies y la cantidad de ejemplares a intervenir son reducidas en comparación con las regiones del centro-sur, se decidió reemplazar este parámetro por Arriendo de Vehículo, utilizando como valor unitario por día de \$70.000, valor estimado para una camioneta simple.

Según lo anterior, el siguiente cuadro muestra los valores finales obtenidos para las actividades de poda y corta baja arbustiva, para las macrozonas definidas para la Región de Coquimbo. Las planillas de cálculo se presentan en el anexo 5.

Cuadro 41. Tabla de costo de las intervenciones de macrozonas de la Región de Coquimbo.

Macrozona	Especies	CODIGO ACTIVIDAD (UTM/ha)	
		Poda/Clareo con fines no madereros	Corta baja arbustiva
Interior	Algarrobo	2,06	
	Carbonillo-rumpiato	3,26	
	Rumpiato-varilla brava		2,98
Costera	Carbonillo	5,58	

8. OBJETIVO 8: Establecer esquemas de manejo silvicultural según tipos vegetacionales, macrositios y estado de conservación.

Se entiende por esquemas de manejo a la organización en el tiempo de las intervenciones silviculturales propuestas según los objetivos de un plan de ordenación.

Por tratarse de especies nativas, en algunos casos endémicas de la región, y que la actual legislación permite desarrollar un manejo destinado a la preservación de las especies, es que los objetivos supuestos para presentar los esquemas de manejo considerarán además de los productos a obtener, actividades de preservación, tales como intervenciones orientadas a mejorar las condiciones de crecimiento de los ejemplares y las formaciones.

8.1 Carbonillo

El carbonillo ha sido utilizado tradicionalmente para la obtención de leña y carbón, además de su uso para artesanías debido al color oscuro de su madera. Desde este punto de vista del estado de conservación de la especie, aunque está clasificada como Fuera de Peligro para la Región de Coquimbo, las amenazas son diversas y entre ellas se destaca su utilización permanente como combustible, su extracción producto del reemplazo de la vegetación con fines agrícolas, la pérdida de la cubierta vegetal por el pastoreo, ramoneo, actividad minera, y finalmente, se destaca que las semillas de la especie son consumidas por roedores y el loro trichahue, afectando la reproducción natural (Muñoz y Serra, 2006).

En los ensayos realizados durante la ejecución del proyecto, la especie presentó dos hábitos de crecimiento: arbustivo y plurifustal. Sin embargo, naturalmente también existen, aunque en forma escasa, ejemplares de tipo monofustal en otros sectores de la región, pero que, debido a la cantidad de ejemplares requeridos para el estudio, no fue posible incluirlos en los ensayos. Por otro lado, hay que considerar también, que no hay registros de plantación de carbonillo, por lo tanto, los esquemas propuestos sólo consideran el manejo en formaciones naturales, con actividades orientadas a mejorar la regeneración natural por semillas.

Se considera que los ejemplares con hábitos de crecimiento arbustivo y plurifustal son de características similares en cuanto a forma de la copa, y su diferenciación se basa en la altura de los ejemplares, el esquema que se propone se ajusta para ambos hábitos. No obstante, el arbustivo tiene menor desarrollo que el plurifustal, por lo que requiere de más tiempo en el desarrollo y, eventualmente, un clareo adicional.

Se proponen tres esquemas de manejo, según el producto a obtener y la estructura final de los ejemplares.

a) Esquema 1

Producto	: Piezas cortas de madera
Origen	: Arbustivo/Plurifustal/Monofustal
Final	: Plurifustal

Si al inicio del plan de ordenación el manejo comienza con la cosecha de los individuos en estado de desarrollo maduro o sobremaduro y el posterior rebrote de dichos ejemplares, el esquema de manejo propuesto se muestra en el Cuadro 1. Si al comienzo del plan no existen ejemplares maduros o sobremaduros para cosechar, el esquema se inicia con clareo y/o poda de vástagos, según el desarrollo en altura de los ejemplares.

Cuadro 42. Esquema de manejo para piezas cortas de madera de carbonillo

Altura (m)	DAT medio (cm)	Clareo	Poda	Retoños Remanentes
1	-	1		8 a 10
1,5	-	2		6 a 8
2	5	3	Basal	4 a 6
-	10	4	Basal	2 a 4
-	15	Cosecha y repetición del ciclo		

b) Esquema 2

Objetivo : Producción de flores y frutos. Preservación

Origen : Arbustivo/Plurifustal

Final : Monofustal de copa amplia

Si al inicio del plan de ordenación el manejo comienza con la corta de los individuos maduros o sobremaduros para su rejuvenecimiento a través de la regeneración vegetativa, el esquema de manejo propuesto se muestra en el Cuadro 2. Si al comienzo del plan no existen ejemplares maduros o sobremaduros para regenerar, el esquema se inicia con clareo y/o poda de vástagos, según el estado de los ejemplares. La rotación correspondiente a este esquema es de tipo biológico, por cuanto los ejemplares se mantienen en crecimiento mientras continúe la producción de flores y frutos.

Cuadro 43. Esquema de manejo para flores y frutos de carbonillo

Altura (m)	DAT medio (cm)	Clareo	Poda	Retoños remanentes
1	-	1		6 a 8
1,5	-	2		4 a 6
2	5	3	Basal	2 a 4
-	10	4	Selectiva	1
-	15	-	Selectiva	1
-	> 20	Corta y regeneración		

Este permite la obtención de piezas cortas como producto secundario, a través de los clareos y podas.

c) Esquema 3

Objetivo : Producción flores y frutos. Preservación
Origen : Monofustal
Final : Monofustal de copa amplia

En el caso de ejemplares monofustales en estado maduro o sobremaduro, se sigue el esquema 2. Si al inicio del plan de ordenación sólo existen ejemplares juveniles, se aplican podas según el esquema 2, de acuerdo al estado de los ejemplares.

8.2 Algarrobo

El algarrobo es una especie arbórea que puede alcanzar hasta 10 metros de altura y 1 metro de diámetro fustal y debido a la dureza de la madera se ha utilizado para fabricación de postes, carpintería, muebles, pisos y combustible, especialmente leña y carbón, además, los frutos tienen altos contenidos de proteínas y son utilizadas para alimentos del ganado y también para producir un tipo de harina de consumo humano.

De acuerdo al Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE), la especie se considera en categoría de conservación Casi Amenazada (NT; rebajado desde Vulnerable).

En el estudio, algarrobo presentó hábito de crecimiento monofustal y plurifustal. Algunos ejemplares fueron clasificados como arbustivos, debido a una considerable diferencia de altura entre los individuos de tipo plurifustal.

Para los siguientes esquemas de manejo, los productos principales a obtener son flores y frutos, piezas de madera cortas (para artesanías y combustible) y piezas largas (para construcción, pisos, muebles). Para flores y frutos la estructura meta es monofustal de copa amplia; para piezas largas, monofustal de copa alta, y para piezas cortas, plurifustal.

a) Esquema 1

Producto : Piezas cortas de madera
Origen : Arbustivo/Plurifustal/Monofustal
Final : Plurifustal

Si al inicio del plan de ordenación el manejo comienza con la cosecha de los individuos en estado de desarrollo maduro o sobremaduro y el posterior rebrote de dichos ejemplares, el esquema de manejo propuesto se muestra en el Cuadro 3. Si al comienzo del plan no existen ejemplares maduros o sobremaduros para cosechar, el esquema se inicia con clareo y/o poda de vástagos, según el desarrollo en altura de los ejemplares.

Cuadro 44. Esquema de manejo para piezas cortas de madera de algarrobo

Altura (m)	DAT medio (cm)	Clareo	Poda	Retoños Remanentes
1	-	1		8 a 10
1,5	-	2		6 a 8
2	5	3	Basal	4 a 6
-	10	4	Basal	2 a 4
-	20	Cosecha y repetición del ciclo		-

b) Esquema 2

Producto : Piezas largas de madera
 Origen : Arbustivo/Plurifustal/Monofustal
 Final : Monofustal

Si al inicio del plan de ordenación el manejo comienza con la cosecha de los individuos en estado de desarrollo maduro o sobremaduro y el posterior rebrote de dichos ejemplares, el esquema de manejo propuesto se muestra en el Cuadro 4. Si al comienzo del plan no existen ejemplares maduros o sobremaduros para cosechar, el esquema se inicia con clareo y/o poda de vástagos, según el desarrollo en altura de los ejemplares.

Cuadro 45. Esquema de manejo para piezas largas de madera de algarrobo

Altura (m)	DAT medio (cm)	Clareo	Poda	Retoños Remanentes
1	-	1		6 a 8
1,5	-	2		4 a 6
2	5	3	Basal	2 a 4
-	10	4	Alta hasta 50% de altura	1
-	15	-	Alta hasta 50% de altura	1
	20	-	Alta hasta 50% de altura	1
-	25	Cosecha y repetición del ciclo		-

c) Esquema 3

Objetivo : Producción de flores y frutos. Preservación
 Origen : Arbustivo/Plurifustal/Monofustal
 Final : Monofustal de copa amplia

Si al inicio del plan de ordenación el manejo comienza con la cosecha de los individuos en estado de desarrollo maduro o sobremaduro y el posterior rebrote de dichos ejemplares, el esquema de manejo propuesto se muestra en el Cuadro 5. Si al comienzo del plan no existen ejemplares maduros o sobremaduros para cosechar, el esquema se inicia con clareo y/o poda de vástagos, según el estado de los ejemplares. La rotación correspondiente a este esquema es de tipo biológico, por cuanto los ejemplares se mantienen en crecimiento mientras continúe la producción de flores y frutos.

Cuadro 46. Esquema de manejo para flores y frutos de algarrobo

Altura (m)	DAT medio (cm)	Clareo	Poda	Retoños Remanentes
1	-	1		6 a 8
1,5	-	2		4 a 6
2	5	3	Basal	2 a 4
-	10	4	Selectiva	1
-	15	-	Selectiva	1
-	> 25	Cosecha y repetición del ciclo		-

Este permite la obtención de piezas cortas como producto secundario, a través de los clareos y podas.

d) Esquema 4

Producto : Piezas cortas de madera
 Origen : Plantaciones
 Final : Plurifustal

La plantación se maneja con silvicultura de establecimiento, consistente en trabajos de preparación al suelo para la cosecha de aguas lluvia y eventual desmalezado. Posteriormente, la cosecha se realiza cuando los ejemplares alcanzan un DAT de 15 cm. Producido el rebrote, se aplica el esquema de manejo 1 de algarrobo.

e) Esquema 5

Producto : Piezas largas de madera
 Origen : Plantación
 Final : Monofustal

La plantación se maneja con silvicultura de establecimiento, consistente en trabajos de preparación al suelo para la cosecha de aguas lluvia y eventual desmalezado. Si los ejemplares presentan deformaciones, se aplican podas correctivas.

Posteriormente, la cosecha se realiza cuando los ejemplares alcanzan un DAT de al menos 25 cm. Producido el rebrote, se aplica el esquema de manejo 2 de algarrobo.

f) Esquema 6

Objetivo : producción de flores y frutos. Preservación
Origen : Plantación
Final : Monofustal copa amplia

La plantación se maneja con silvicultura de establecimiento, consistente en trabajos de preparación al suelo para la cosecha de aguas lluvia y eventual desmalezado. Si los ejemplares presentan deformaciones, se aplican podas correctivas. La rotación correspondiente a este esquema es de tipo biológico, por cuanto los ejemplares se mantienen en crecimiento mientras continúe la producción de flores y frutos.

8.3 Rumpiato

Se trata de una especie arbustiva que es muy apetecida por la fauna local y el ganado caprino, tanto por el consumo de ramas y hojas, como por el consumo de los frutos de la especie. Por tratarse de un arbusto con fines forrajeros, el manejo de la especie radica en la aplicación de cortas destinadas a rejuvenecer a los ejemplares y aumentar la biomasa aérea no leñosa, destinada al consumo de los animales.

A continuación, se propone un esquema de manejo que permite la obtención de dos productos: biomasa foliar y producción de frutos, ambos para el consumo del ganado y fauna local. Se considera también, que la producción de frutos, permitiría eventualmente, promover la regeneración natural por semillas de la especie.

El esquema es el siguiente:

- Objetivo 1 (O1): Biomasa foliar
- Objetivo 2 (O2): Frutos

Aplicación de tratamientos silviculturales:

- Intervención 1 para O1 y O2: Corte bajo (rejuvenecimiento ejemplares)
- Intervención 2 para O1 : Ingreso anual o bianual de ganado
O2 : Clareos

Para O2, la rotación es de tipo biológico, por cuanto los ejemplares se mantienen en crecimiento mientras continúe la producción de flores y frutos.

8.4 Varilla brava

Se trata de una especie del género *Adesmia*, que puede alcanzar hasta los 2 o 3 metros de altura, y debido a sus características puede ser utilizada como leña y forraje. En el caso de la obtención de leña, los tratamientos silviculturales, apuntan al desarrollo de biomasa leñosa, aumentando el diámetro de los fustes.

El siguiente esquema, considera la obtención de leña y forraje.

- Objetivo 1 (O1): Forraje
- Objetivo 2 (O2): Leña

Aplicación de tratamientos silviculturales:

- Intervención 1 para O1 y O2: Corte bajo (rejuvenecimiento ejemplares)
- Intervención 2 para O1 : Ingreso anual o bianual de ganado
O2 : Clareos

Para O2, la cosecha se realiza cuando los ejemplares alcancen 1,5 m de altura.

9. OBJETIVO 9: Difundir los resultados de estas acciones.

Las actividades de difusión propuesta en el proyecto, corresponden a la realización de dos talleres de presentación de resultados.

La coordinación de ambos talleres se realizó en conjunto con Rafael Medina, CONAF Coquimbo. Se decidió realizar un primer taller de presentación de resultados preliminares, en la Reserva Nacional Las Chinchillas, con participación de personal de CONAF de la oficina Provincial de Illapel. Este se llevó a cabo el día martes 27 de noviembre de 2012 y participaron 11 personas.

El segundo taller se realizó el día jueves 14 de marzo de 2013 en la Hacienda El Tangué. Participó personal de la oficina Provincial Elqui, Regional de Coquimbo y Regional Atacama y personal de la Hacienda El Tangué. Además de mostrar los resultados finales del proyecto, se visitó el lugar de ensayo de carbonillo y dos sectores donde CONAF Coquimbo está realizando actividades de manejo de vegetación nativa, con intervenciones de poda y raleo en chañar y espino.



Fotos 9 y 10. Taller noviembre, 2012. R.N. Las Chinchillas, Illapel.



Fotos 11 y 12. Taller marzo, 2013. Hacienda El Tangué, Coquimbo.

10. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Objetivo 1. Elaborar una tipología de las principales formaciones xerofíticas y arbóreas en las regiones de clima mediterráneo perárido y árido de Chile.

En relación a la elaboración de una tipología de las principales formaciones xerofíticas y arbóreas en las regiones de clima mediterráneo perárido y árido de Chile, se aprecia una gran variación en los atributos ambientales. Cada uno de los distritos ambientales corresponde a un espacio geográfico en donde confluyen una serie de atributos que deben ser concordantes con una estructura y composición de la vegetación similar. De existir diferencias al interior de ellos, éstas responderán a diferentes grados de intervención o a la presencia de algún factor de carácter azonal con una fuerte influencia biológica.

Se pudo constatar que existen alrededor de 760 unidades ambientales, consideradas como formaciones xerofíticas, determinándose un total de 28 especies vegetales vasculares que forman parte de estructura vegetacional, encontrándose 12 tipos biológicos arbóreos, 11 arbustivos y cinco suculentos.

Sobre la base de la información contenida en el Catastro del Bosque Nativo el número de áreas ambientales que podrían ser consideradas formaciones xerofíticas alcanzarían las 1.736.302,2 ha, lo que representa el 42,79% de la Región, muy por sobre del valor resultante entre las unidades muestreadas, las que en su conjunto alcanzan una superficie estimada de 176.224,8 ha, que representa el 4,3% de la superficie de la Región. Dichos valores son aproximaciones de las superficies estimadas, donde las diferencias se deben mayormente al ajuste realizado en las áreas muestreadas y a los distintos criterios utilizados en la definición de las unidades y especies asociadas a los ambientes.

Cabe señalar, que si bien en algunos casos la información contenida en el Catastro coincide con la cobertura vegetacional existente, se presentan muchos casos en donde las especies citadas no se corresponden con la descripción de terreno levantada en este informe. Esto se puede deber al esfuerzo de muestreo realizado en las distintas provincias y a los distintos grados de extrapolación con que fueron asignadas las especies a las unidades como tal.

Respecto de las capas temáticas utilizadas, no se puede concluir que existe algún tipo de relación suficientemente fundada como para poder extrapolar los resultados obtenidos en este estudio, básicamente porque si bien, en algunos puntos las especies (autóctonas) presentan patrones comunes respecto de las capas temáticas, en otros puntos no se da la misma relación, lo que implica que la distribución de las especies estaría condicionada más bien por patrones biológicos y ambientales locales que propician el establecimiento de las especies en los distintos ambientes que se presentan en la Región.

En cuanto a catalogar las unidades ambientales bajo el tipo de formaciones xerofíticas, habría que hacer una mención de que las áreas definidas en este informe son producto de que estas especies autóctonas son parte de la matriz vegetacional dominante. Por tanto, habría que considerar y evaluar qué rol cumple la presencia de individuos aislados dentro de un determinado mosaico vegetacional.

En general, los distintos grados de relevancia e influencia de las capas referenciales tanto en la conformación de los cuadros vegetacionales como en la presencia de especies autóctonas, tendría que ser evaluada bajo otro enfoque de análisis, basado en un conjunto mayor de datos representativos de los ecosistemas, los cuales permitieran sustentar una extrapolación de la información con mayor fiabilidad dentro de cada distrito ambiental definido. Si bien cada capa temática por separado podría explicar alguna de las variantes propias del ambiente y, en particular, de la flora y vegetación, esta debería presentar un análisis más detallado para aumentar la representatividad de la información referente a las formaciones vegetacionales presentes en la Región.

De esta forma se espera que existan más unidades que puedan presentar especies autóctonas legales (DS 68) y pasar a constituir formaciones xerofíticas, según la realización de una mejor ajuste de las unidades y de un incremento en el esfuerzo de muestreo, de manera de obtener más detalle de las unidades ambientales en cuanto a su estructura y composición florística (riqueza), ya que sólo se pudo constatar una fracción de los distritos ambientales presentes en la Región. A su vez incorporar la información levantada por diferentes actividades dentro de la Región, aumentará la representatividad de los registros asociados a cada unidad ambiental, de manera de enfocar los futuros esfuerzos en aquellos puntos que no tienen representación florística y vegetacional, con el fin de ir disminuyendo las áreas carentes de información.

Objetivo 2. Sistematizar la información existente sobre aspectos socioeconómicos, ecosistémicos y silviculturales asociados a los tipos vegetacionales definidos.

Desde el punto de vista físico, uno de los rasgos más distintivos de la Región de Coquimbo es la presencia generalizada de serranías, lo que incide en la gran diversidad de sitios presentes debido a cambios en exposición, pendiente, altitud y posición. Ello, a su vez, se traduce en una alta biodiversidad.

La vegetación predominante de la Región de Coquimbo es el matorral, generalmente medio o bajo, con algunos bosquecillos ocasionales o ejemplares arbóreos aislados. El estado general de la vegetación es de degradación, ocasionado fundamentalmente por la cosecha histórica de leña, sobrepastoreo y agricultura itinerante en terrenos no aptos para ello. En la actualidad, esta última causa es la que tiene mayor incidencia en los procesos de desertificación.

Desde el punto de vista socioeconómico, la presencia de una superficie cercana a un millón de hectáreas constituidas por comunidades agrícolas, le confiere a la Región un carácter claramente distintivo y exclusivo, al coexistir, en una sola unidad predial, tres sistemas distintos de tenencia de la tierra.

Existe, además, otra superficie similar de zonas de secano, constituida por las grandes haciendas, tradicionalmente dedicadas a la ganadería ovina. No obstante, en la actualidad existe una presión para el desarrollo de proyectos inmobiliarios y la instalación de parques eólicos para la producción de energía eléctrica.

En relación a antecedentes sobre la realidad socioeconómica y ecosistémica de la Región de Coquimbo, existe una gran cantidad de estudios y documentos realizados. En menor medida, ocurre algo similar con aspectos de manejo silvoagropecuario. Algunos de los

trabajos publicados tienen el carácter de sistematización e integración, pero aún falta mucho por hacer al respecto.

Objetivo 3. Determinar mecanismos generales sobre la dinámica natural y regeneración de dichos tipos.

La dinámica de la vegetación en esta zona está asociada a los efectos antrópicos, pérdida de la cobertura vegetal y degradación de las formaciones originales. En los sectores donde las condiciones climáticas y edáficas permiten el desarrollo de especies arbóreas potencialmente climáticas, en la actualidad sólo se encuentran en forma relictual, hallándose la mayor parte de las formaciones en estados regresivos y muy alejadas de los estados climáticos. En áreas con mayor degradación, la pradera es dominada por *Haplopappus foliosus* en el sector costero sur y *Gutierrezia resinosa*, en el interior y sector costero norte.

Durante el desarrollo del estudio se observó que carbonillo, tanto en la Reserva Nacional Las Chinchillas como en la Hacienda El Tangué mostró una abundante producción de frutos. Sin embargo, en ambos sectores no se observó regeneración natural por semillas. En la Reserva, los frutos son consumidos por la fauna local y esta situación puede influir en la nula regeneración que se observó. Los cercos instalados no evitan la entrada de fauna local o animales de menor tamaño, que también podrían consumir los frutos de carbonillo en este sector. En algarrobo tampoco observó regeneración natural por semillas.

De las especies arbustivas que fueron parte de los ensayos, ambas en la Reserva Nacional Las Chinchillas, rumpiato, al igual que carbonillo, mostró abundante fructificación y sus frutos también son parte de la alimentación de la fauna local, como ratones y chinchillas. Por su parte, en varilla brava no se observó fructificación tan abundante como en otros casos y tampoco hubo evidencia de regeneración natural por semillas.

En síntesis, la nula regeneración observada en las especies consideradas en los ensayos coincide con la bibliografía, donde se indica que las especies de ambientes más extremos presentan una baja regeneración de este tipo, siendo más común la regeneración de tipo vegetativa.

Objetivo 4. Establecer protocolos para la propagación de las principales especies de los tipos definidos.

Durante el desarrollo del proyecto se analizaron en laboratorio semillas de las siguientes especies *Balsamocarpon brevifolium* (sin. *Caesalpinia brevifolia*), *Caesalpineia spinosa*, *Cordia decandra*, *Flourensia thurifera* *Flourensia thurifera*, *Krameria cistoidea* y *Trevoa quinquinervia*.

En términos generales, al comparar los resultados de las determinaciones realizadas por el Proyecto con las referencias consultadas hubo concordancia con respecto al contenido de humedad y a la pureza, pero no siempre con el número de semillas por kilo, en que, en algunos casos, se amplía el rango entre el número mínimo y máximo de semillas.

Todas las especies estudiadas, en la actualidad se encuentran desarrollándose en vivero. Debido al lento proceso de producción de plantas para las especies estudiadas, a la fecha no es posible disponer de protocolos de propagación.

Objetivo 5. Evaluar plantaciones establecidas con especies nativas en la Región.

Se evaluaron plantaciones de *Quillaja saponaria*, *Atriplex repanda*, *Prosopis chilensis*, *Porlieria chilensis*, *Eulychnia acida*, *Echinopsis chiloensis* y *Flourensia thurifera*. En términos generales, se observó que todas las plantaciones han tenido resultados que se pueden considerar entre regulares y buenos, excepto con aquellas ubicadas en zonas muy secas al norte de La Serena, donde la falta casi absoluta de precipitaciones ha determinado una muy baja sobrevivencia. Prácticamente todas las plantaciones requieren de manejo silvicultural, particularmente, podas.

En cuanto a ensayos anteriores de manejo silvicultural realizados con especies nativas tales como *Balasmocarpon brevifolia*, *Porlieria chilensis* y *Flourensia thurifera*, se advierte en todos los casos, una positiva respuesta al corte a diferentes alturas en términos de capacidad de rebrote, como a las cortas intermedias tipo clareos y podas, en términos de expansión de la copa.

Objetivo 6. Definir sistemas silviculturales para la regeneración natural asistida, crecimiento y aprovechamiento de las especies en estudio.

En carbonillo se observó que la elongación de brotes de los ejemplares intervenidos en los hábitos de crecimiento arbustivo y plurifustal fue superior a los respectivos testigos, apreciándose diferencia significativa en el crecimiento total entre ambos hábitos. Lo anterior implica que los ejemplares de la especie, independiente del hábito de crecimiento, muestran una respuesta favorable a la poda y clareo, en términos de crecimiento de la copa al año y medio de realizada la intervención. En los años siguientes, este aumento de la biomasa aérea podría conducir a un mayor incremento en el diámetro fustal de estos ejemplares, respecto de los testigos.

Los ejemplares de carbonillo sometidos a cortas totales en dos niveles de altura mostraron un numeroso rebrote, de buen vigor y altura. En el caso de este último, la altura fue superior en la corta total, por lo que se recomienda la corta a baja altura, ya que ello permite, además, la obtención de una mayor cantidad de madera aprovechable.

Luego de un año y medio de realizada la intervención, es posible realizar el primer manejo del rebrote, mediante un clareo de vástagos, que permita fortalecer el crecimiento del ejemplar.

En rumpiato, todos los ejemplares cortados rebrotaron, siendo más potente el rebrote proveniente de la corta baja. No obstante, en este tipo de corta se produjo un fuerte ramoneo, ocasionado por la fauna. De este modo, se evidencia que los rebrotes provenientes de corta más alta quedan mejor protegidos contra dicha herbivoría.

En el caso de la varilla brava, tanto la corta baja como la corta a un tercio de la altura muestran una buena respuesta en cuanto a la capacidad de rebrote; sin embargo, no es posible establecer cuál de las dos obtuvo el mejor resultado.

Objetivo 7. Elaborar tablas de costos para las actividades silviculturales definidas

Para elaborar la tabla de costo, se consideraron los gastos efectivamente incurridos para la instalación de los ensayos del Proyecto, efectuándose algunos ajustes en consideración a lo que significaría manejar una hectárea con presencia de las especies intervenidas, por lo anterior, estos resultados constituyen una referencia de los costos reales de intervención.

Así mismo, se efectuaron ajustes de acuerdo a los valores propuestos por CONAF en las tablas de costos oficiales.

Objetivo 8. Establecer esquemas de manejo silvicultural según tipos vegetacionales, macrositios y estado de conservación.

Para cada una de las especies consideradas en el Proyecto, se proponen esquemas de manejo, según el producto a obtener y la estructura final de los ejemplares. De este modo, para carbonillo se plantean tres esquemas, para algarrobo seis, mientras que para las arbustivas rumpiato y varilla brava se formula uno en cada caso.

Objetivo 9. Difundir los resultados de estas acciones.

En conjunto con la Oficina Regional se CONAF, se acordó realizar dos talleres exclusivos debido a la necesidad de discutir acerca de las tecnologías silviculturales antes de que éstas fueran de dominio público.

V. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ ACUÑA, M. 2001. Formulación de un protocolo de trabajo para el análisis de semillas de especies leñosas nativas. Memoria Ing. Forestal. Universidad de Chile. Santiago. 87 p.
- ✓ AZOCAR, P., PATON, D., OSORIO, R., LE FLOCH, E. 2001. Efecto de la poda sobre la producción de forraje de rumpiato (*Bridgesia inciseaefolia*, Bert ex Cambess). Avances en Producción Animal. V. 26 (1-2). 9 p.
- ✓ BENEDETTI, S., PERRET, S., JARA, R., MORA, F. 2001. Caracterización socioeconómica del sector rural de la IV Región. Informe Técnico N° 158. INFOR. Santiago, Chile. 38 p.
- ✓ CABELLO, A. 1990. Propagación de especies pertenecientes a los bosques esclerófilos y espinosos de la Zona Central de Chile. En: Apuntes Docentes N° 3, Opciones silviculturales de los bosques esclerófilos y espinosos de la Zona Central de Chile. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. pp. 56-74.
- ✓ CABELLO, A.; VITA, A.; SERRA, M.; MUÑOZ, A.; MUÑOZ, L. Y PERALTA, M. 1988. Ensayos de plantación de especies forrajeras nativas. IV. Informe final. Santiago (Chile). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Proyecto FAO CHI/83/017. 175 p.
- ✓ CABELLO, A.; SANDOVAL, A. Y CARÚ, M. 2001. Efecto de los tratamientos pregerminativos y de las temperaturas de cultivo sobre la germinación de semillas de *Talguenea quinquenervia* (talguén). Revista Ciencias Forestales, 16-17 (1-2): 11-18.
- ✓ CALDENTEY, J. Y PIZARRO, J. 1980. Evaluación y Zonificación de los Recursos Climáticos de la IV región de Chile. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 197 p.
- ✓ CASTRO, M., BAHAMONDES, M. 1986. Surgimiento y transformación del sistema comunitario: las Comunidades Agrícolas, IV Región, Chile. En: Ambiente y Desarrollo, Vol. II, N° 1, 111-126 p.
- ✓ CONTRERAS, D., GASTO, J., COSIO, F. Ecosistemas pastorales de la zona mediterránea de Chile. Programa UNESCO-MAB. Montevideo. 475 p.
- ✓ CORREA, C. 1992. Variables edáficas que más influyen en la producción y calidad nutritiva del forraje de *Atriplex repanda* Phil. y *Atriplex nummularia* LINDL., en la IV Región. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Manejo de Recursos Forestales. 120 p.

- ✓ CORFO-INFOR. 2011. Compendio de prácticas convencionales de uso sostenible del recurso agua y suelo en zonas áridas y semiáridas con énfasis en la III y IV Región de Chile. [en línea] <<http://www.inia.cl>> [Consulta: 15.04.2012].
- ✓ CZABATOR, F. J. 1962. Germination value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science* 8(41):386-396.
- ✓ DI CASTRI, F., HAJEK, E. (1976) *Bioclimatología de Chile*. Editorial Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 128 pp.
- ✓ DEL FIERRO (2001). Efecto de los tratamientos de corte sobre el rebrote de *Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Silvicultura. 109 p.
- ✓ DÍAZ, K. 2004. Evaluación del rendimiento volumétrico al aplicar un raleo en un espinal de la Comuna de San Pedro, Región Metropolitana. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Silvicultura. 53 p.
- ✓ DI CASTRI F. 1968. Esquisse écologique du Chili. En: *Biologie de l'Amérique Australe*. Tomo IV. CNRS. Paris. 7-60 pp.
- ✓ DONOSO, C., A. CABELLO. 1978. Antecedentes fenológicos y de germinación de las especies leñosas chilenas. *Ciencias Forestales*, 1(2):31-41.
- ✓ ESTEVEZ, R., SQUEO, F., ARANCIO, G., ERAZO, M. 2010. Producción de carbón vegetal a partir de arbustos nativos en la Región de Atacama, Chile. En: *Gayana Botanica* 67 (2): 213-222 p.
- ✓ ETIENNE M. Y PRADO C. 1982. Descripción de la Vegetación mediante la Cartografía de Ocupación de Tierras; conceptos y manual de uso práctico. *Ciencias Agrícolas* 10, Facultad Ciencias Agrarias y Forestales, U. de Chile. 120 p.
- ✓ GAJARDO, R. 1981. Interpretación histórica y perspectivas en el uso del matorral esclerófilo. In: I SEMINARIO-TALLER "Bases Biológicas para el Uso y Manejo de Recursos Naturales Renovables: Recursos de la zona de matorral y bosque esclerófilo de Chile Central". *Monografías Biológicas* 1: 55-63 p.
- ✓ GAJARDO, R. 1994. *La Vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica*. Ed. Universitaria, Santiago. 166 p.

- ✓ GALERA, F. 2000. Los algarrobos. Las especies del género *Prosopis* (algarrobos) de América Latina con especial énfasis en aquellas de interés económico. [en línea] <<http://www.fao.org/docrep/006/AD314S/AD314S00.HTM>> [Consulta: 18.03.2012].
- ✓ GALLARDO, S. y GASTÓ, J. 1987. Estado y Planteamiento del cambio de estado del ecosistema de Quillaja saponaria Mol. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Informe de Investigación. Sistemas en Agricultura. Teoría Avances. 248 p.
- ✓ GALLEGOS, M.; ESPINOZA, C Y CABELLO, A. 2008. Efectos de tratamientos pregerminativos sobre la germinación de semillas de *Caesalpinia spinosa* (Mol.) O Kuntze. En: Taller Internacional y Curso Práctico “Propagación de Plantas Nativas para Conservación, Reintroducción y Restauración de Hábitat”. La Serena – Vicuña, Chile, 01 al 04/10 de 2008. Centro Regional e Investigación Intihuasi, INIA – Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom - Río Tinto Plant for Life Partnership.
- ✓ GONZALEZ, M. 2000. Evaluación de la capacidad de rebrote frente a diferentes opciones de corte en la IV Región de Chile. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo de Recursos Forestales. 92 p.
- ✓ GONZALEZ, J. 2008. Evaluación de respuesta en crecimiento de guayacán *Porlieria chilensis* Johnst. ante distintos tratamientos silviculturales en la Región de Coquimbo. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo de Recursos Forestales. 59 p.
- ✓ INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 2012. Resultados preliminares Censo de población y vivienda 2012. [en línea] <<http://www.ine.cl>> [Consulta: 08.05.2012].
- ✓ INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 2012 (2). Indicador de actividad económica regional. Boletín informativo del Instituto Nacional de Estadísticas. [en línea] <<http://www.ine.cl>> [Consulta: 08.05.2012].
- ✓ INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 2012 (3). Informe económico regional. Enero – Marzo, 2012. [en línea] <<http://www.ine.cl>> [Consulta: 20.07.2012].
- ✓ MENESES, R., SQUELLA, F. 1988. Los arbustos forrajeros. En: Praderas para Chile. Capítulo 7. 150-168 p.
- ✓ LAILHACAR, S., H. RIVERA, H. SILVA, J. CALDENTEY. 1995. Rendimiento de leña y recuperación al corte en diferentes especies y

procedencias arbustivas del género *Atriplex*. Revista de Ciencias Forestales (Chile) 10: 85-97.

- ✓ LIVENNAIS, P., ARANDA, X. 2003. Dinámicas de los sistemas agrarios en Chile árido: La Región de Coquimbo. LOM Ediciones Ltda. Santiago, Chile. 502 p.
- ✓ LUEBERT, F. Y PLISCOFF, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. 316 p.
- ✓ MEDINA, R. 1996. Un ordenamiento físico para el desarrollo en tres Comunidades Agrícolas de la IV Región. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Manejo de Recursos Forestales. 144 p.
- ✓ MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI). 2009. Decreto Supremo 68/2009. Establece, aprueba y oficializa nómina de especies arbóreas y arbustivas originarias del país. Diario oficial de la república de Chile. Publicado el 2 de diciembre de 2009.
- ✓ PLEVICH, O. 1999. Ordenación con fines energéticos y forrajeros. El caso de la Cuenca Los Rulos IV Región. Tesis Magister en Ciencias Forestales. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 147 p.
- ✓ PLISCOFF, P., FUENTES, T. 2008. Análisis de la representatividad ecosistémica de las áreas protegidas públicas y privadas en Chile. Informe Final. PDF B Creación de un sistema nacional integral de áreas protegidas para Chile. 103 p.
- ✓ RALLO, M., GONZALEZ, J., ULLOA, I., ORELL, M., 2007. Características macro y microscópicas del guayacán (*Porlieria chilensis* Johnst). Maderas, Ciencia y Tecnología. 9(1):71-78 p.
- ✓ ROSENMAN, E. 1983. Estudio de la dinámica de la vegetación en el sector costero de la Región de Coquimbo. Memoria para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 100 p.
- ✓ SERNAGEOMIN, 2003. Mapa Geológico de Chile: versión digital. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Digital, N°4 (CD-ROM, versión 1.0, 2003). Santiago.
- ✓ SIMONETTI, J., MONTENEGRO G. 1996. El estado de conservación y uso de la biodiversidad en la zona árida y semiárida de Chile. En: J. Izquierdo (ed.) Conservación y uso sostenible de la Biodiversidad en zona árida y semiárida de América Latina y El Caribe. FAO/RLAC Oficina Regional de la FAO, Chile. N°8: 59-76 p.

- ✓ SQUEO, F., ARANCIO, G., GUTIERREZ, J. 2001. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo. Ediciones de la Universidad La Serena. La Serena, Chile [en línea] < <http://www.biouls.cl/Irojo/Manuscrito/Capitulo%2000%20Inicio.PDF>> [Consulta: 13.03.2012]
- ✓ RÍOS, C. 2004. Caracterización ecomorfológica del matorral costero árido del norte de Chile y la potencialidad del germoplasma nativo. Tesis de Magíster en Ciencias Vegetales. Pontificia Universidad Católica de Chile. 97 p.
- ✓ TAPIA, D., 2005. Propuesta de intervenciones silviculturales con fines de rehabilitación en la Quebrada de la Plata, Región Metropolitana. Memoria para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura. 86 p.
- ✓ TAPIA, F., IBACACHE, A., MENESES, R., LOBOS, G., MUÑOZ, R., RICCIARDI, C. 2013. Boletín nacional para el análisis de riesgos agroclimáticos para las principales especies frutales y cultivos. Región de Coquimbo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). [en línea] <<http://www.inia.cl>> [Consulta: 02.05.2013]
- ✓ VITA, A., 1993. Ecosistemas de bosques y matorrales mediterráneos y sus tratamientos silviculturales en Chile. 2da edición. Proyecto CONAF/PNUD/FAO/-CHI/83/017. Documento de trabajo N° 21. 235 p.
- ✓ VITA, A., 1996. Los tratamientos silviculturales. 2da ed. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Departamento de Silvicultura. 156 p.
- ✓ VITA, A., 1997. Silvicultura de formaciones nativas. En: Forestación y Silvicultura de zonas áridas de Chile. Valdevenito, G., Benedetti, S. (Eds). Seminario Internacional "Forestación y Silvicultura en zonas áridas y semiáridas" INFOR, La Serena 21-25 de octubre 1996. 257-263 pp.
- ✓ VITA, A M.T. SERRA, I. GREZ, A. OLIVARES y M. GONZÁLEZ. 1999. Intervenciones silviculturales en espinos (*Acacia caven* Mol.) en la zona árida de Chile. Evaluación al tercer año. In: Cuba, A., A. Silva y C. Cornejo (Eds). 1999. Bosques secos y desertificación. Memorias del Seminario Internacional. Piura y Lambayeque 5-8 de noviembre de 1997. Proyecto Algarrobo. INRENA. Perú. Pp. 287-295.
- ✓ Vita, A. y Hernández, I. R. 2004. Tratamientos silviculturales en el bosque de olivillo (*Aextoxicon punctatum*), Parque Nacional Fray Jorge. En: Squeo, F.; J. Gutiérrez e I.R. Hernández (Eds). Historia Natural del Parque Nacional Bosque Fray Jorge. Ediciones Universidad de La Serena 17: 293-306.

- ✓ VITA, A. 2007. Silvicultura en zonas áridas. In: Hernández, J., De la Maza, C. y Estades, C. (Eds.). Biodiversidad: Manejo y conservación de recursos forestales. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. Pp 362 – 403.
- ✓ VITA, A., LUNA, G., DÍAZ, P. 2008. Manual de silvicultura, manejo y utilización del guayacán. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Proyecto FIA PI-C-2004-1-F-053. 62 p.

VI. ANEXOS

(Ver archivos adjuntos)